
E11
1097

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

ВОДНАЯ МАГИСТРАЛЬ
ВОЛГА-ДОН-АЗОВСКОЕ МОРЕ

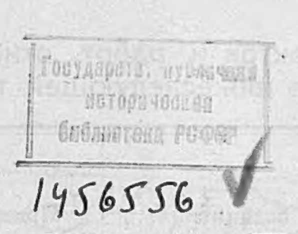
Инж. М. М. ГРИШИН.

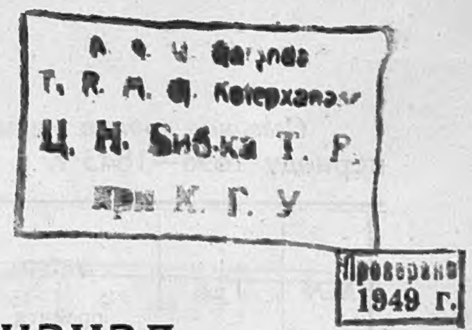
ВОЛГО-ДОНСКОЙ КАНАЛ.

(ОТДЕЛЬНЫЙ ОТТИСК ИЗ вып. III.)

СЕВЕРО-КАВКАЗСКАЯ ПЛАНОВАЯ КОМИССИЯ
ПРИ КРАЕВОМ ИСПОЛНИТЕЛЬНОМ КОМИТЕТЕ.

РОСТОВ НА ДОНУ.
1925





Волго-Донской канал.

Инж. М. М. Гришин.

Вопрос о соединении рек Волги и Дона и создании сплошного водного пути из бассейна Волги в Азовское и Черное моря имеет свою довольно обширную историю, начинающуюся в средине XVI века и доходящую до самых последних дней. За этот период было составлено до 30 проектов, в различной степени разработанных; некоторые, очень немногие из них, были даже частично осуществлены, или проявлялись попытки к их осуществлению.

Рассмотрение этих проектов, схем и предположений, произведенное ниже, приводит нас к установлению наивыгоднейшего *места и направления* соединения Волги и Дона каналом. Базируясь, далее, на данных прежних изысканий (главным образом, инж. Н. П. Пузыревского), а также последних, производившихся под нашим руководством в 1918—1922 г. г. и носивших характер дополнительных, мы даем характеристику естественно-исторических условий района, в котором будет пролегать новый водный путь.

На основе этого материала в дальнейшем разобраны основные черты всех могущих быть в этом районе различных вариантов водного пути и, пользуясь методами эскизного проектирования, мы намечаем наиболее рациональный из них в строительно-эксплуатационном отношении, облекая его затем в реальные современные цифры. Полученный, таким образом, новый вариант Волго-Донского канала основан на предварительных и эскизных подсчетах и соображениях, но по сравнению с другими, подсчитанными *аналогичным* же образом вариантами, он имеет ряд преимуществ. Этот вариант и был положен в основу проектных предположений Северо-Кавказского Краевого Исполнительного Комитета и его Плановой Комиссии об устройстве водной магистрали Волго-Дон-Азовское море, представленных в высшие государственные учреждения СССР в начале 1925 г. Конечно, окончательное суждение о достоинствах и недостатках этого варианта возможно иметь лишь по составлении детально разработанного проекта.

I. Краткий обзор проектов.

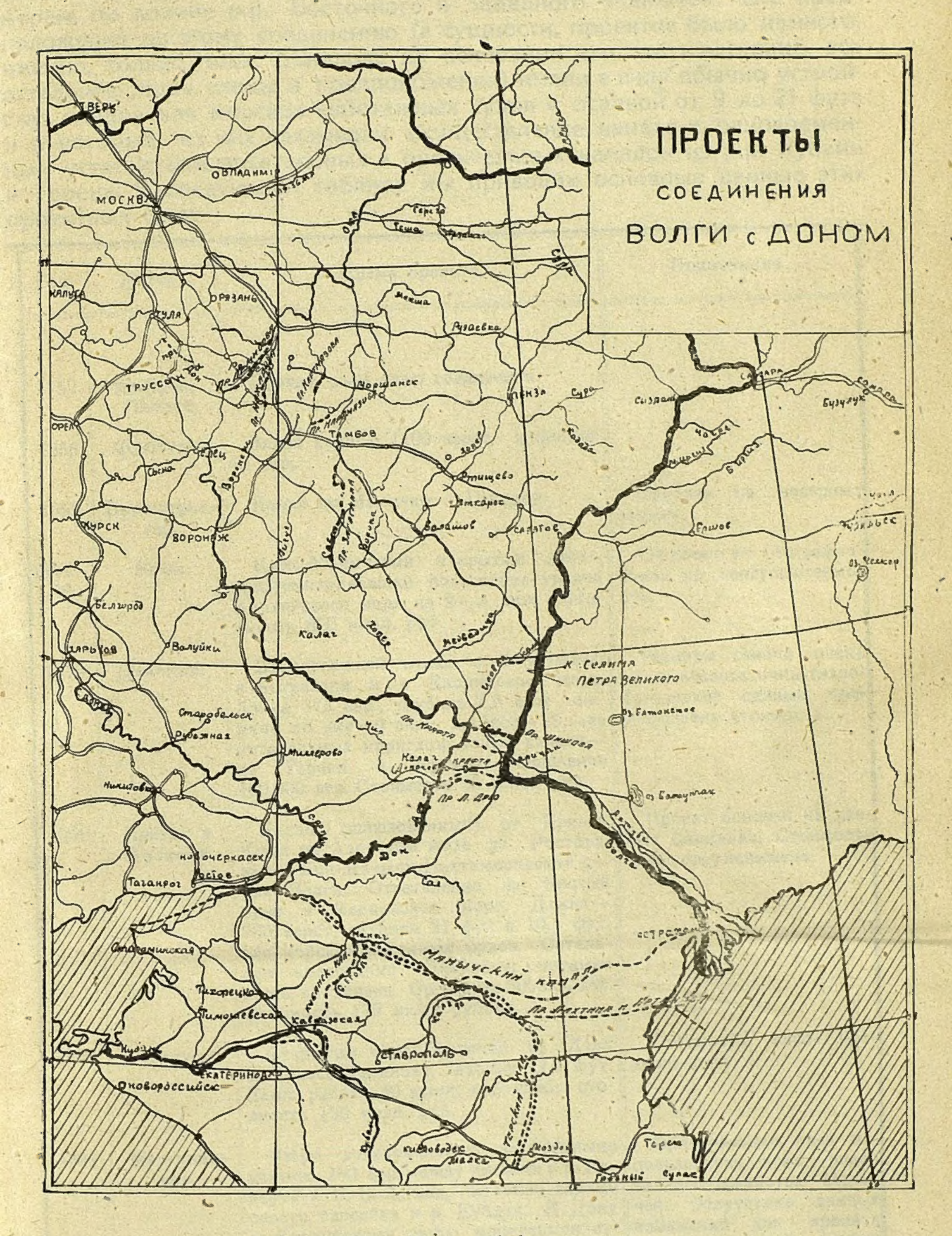
Проекты водного соединения бассейнов р.р. Волги и Дона можно разбить на 3 группы: северную, которая по преимуществу предусматривала соединение притоков р. Оки с притоками р. Дона; среднюю—в районе наибольшего сближения Волги и Дона, где обе реки могут быть соединены каналом и непосредственно и через их небольшие притоки и, наконец, южную—где соединяются или устья вышеназванных рек, или непосредственно, моря Каспийское и Азовское. (См. чертеж № 1).

Северная группа насчитывает 7 проектов и работ, относящихся к периоду 1698—1843 г. г. и приводимых в нижеследующей таблице:

№№	Год	Автор проекта.	Направление соединения.	Примечания.
1.	1698	Перри	р. Дон-Ивановское озеро—р. Шать—р. Упа—р. Ока—р. Волга.	В 1699—1704 г.г. производились работы: построено 23 шлюза, канал и проч.; пропущено 300 судов.
2.	1803	Картмазов-Деволант	р. Дон-р. Польный Воронеж-водораздел—р. Челновая—р. Цна—р. Ока—р. Волга.	
3.	1806	Труссон	Достройка канала по схеме Перри.	Выстроено 3 шлюза.
4.	1816	Демидов	р. Дон—р. Кочура—водораздел—р. Ранова—р. Проня—р. Ока—р. Волга.	
5	1826	Загоскин	р. Дон—р. Хопер—р. Савала—водораздел—р. Цна—р Ока—р. Волга.	
6.	1835	Яниш	Тоже направление но не по р. Савале, а по р. Вороне и Сырой Панде.	
7.	1843	Мажоров	р. Дон—р. Воронеж—р. Рясь—водораздел—р. Хунта и Ранова—р Проня—р. Ока—р. Волга.	

Часть этих проектов была разработана на основании производившихся изысканий, а другая представляла собою просто эскизные предположения. Выстроенные при Петре Первом, шлюзы по первому проекту вскоре были заброшены, в виду отвлечения внимания на север, на выход в Балтийское море. Эта группа проектов не представляет в настоящее время иного интереса, кроме исторического, так как в системы соединений входят небольшие мелководные речки, или же верховья больших, нуждающиеся в крупных работах (а, следовательно, требующие громадных затрат) для возможности плавания по ним современных речных судов. Кроме того, эти варианты соединений бассейнов Волги и Дона дают значительное удлинение пути для наиболее важных волжских грузов—леса, хлеба и нефти, а также и для сибирских грузов. Подобные соображения заставляют исключить эту группу проектов из рассмотрения, как это сделала уже сама история.

Вторая группа проектов соединения в районе Сарепты—Царицына—Камышина на Волге и Пятиизбянской—Калача—Качалинской на Дону, наоборот, показала свою чрезвычайную жизненность, так как здесь главные водные артерии Волги и Дона могут быть соединены почти непосредственно каналом длиною не более 100 верст, при чем последний оказывается в самой гуще грузооборота обеих рек. Технические и др. преимущества заставляют отдать предпочтение этой группе, которую мы охарактеризуем ниже более подробно, перед южной группой.



ПРОЕКТЫ
СОЕДИНЕНИЯ
ВОЛГИ с ДОНОМ
ТВЕРЬ
МОСКВА
ВЛАДИМИР
Ока
Теша
КАЛУГА
ТУЛА
РЯЗАНЬ
Мокша
Рузаевка
Моршанск
Пенза
Сура
ТРУССА
Дон
ОРЕЛ
Тамбов
Ртищево
Аткарск
ЕЛЕЦ
Сосна
КУРСК
ВОРОНЕЖ
Балашов
САРАТОВ
Сызрань
САМАРА
Самара
Бузулук
Ершов
оз. Челкар
Белгород
Калач
Хопер
Медведица
Валуйки
Харьков
Иловля
К. Селима
Петра Великого
оз. Батокское
Старобельск
Рубежная
Миллерово
Чир
Пр. Креята
Калач
Пр. Л. Дро
оз. Баскунчак
Никитовка
Дон
Волга
Сал
Новочеркасск
Ростов
Таганрог
Манычский канал
Астрахань
Тихорецкая
Тимошевская
Кавказская
Ставрополь
ЕКАТЕРИНОДАР
Новороссийск
Кисловодск
Моздок
Терек
Сулак

Чертеж № 1.

Южная группа имеет в виду непосредственное соединение Каспийского моря, или низовьев Волги, с низовьями Дона, или Азовским морем, по долине р.р. Восточного и Западного Манычей. Все предположения по этому соединению (в сущности, проектов было немного, именно, только инж. Данилова на основании его же изысканий, все остальное лишь схемы и предположения) имели в виду обычно устройство канала для морских каботажных судов с осадкой от 9 до 21 фута и некоторые из них связывали осуществление канала с одновременным устройством питательных и оросительных каналов из р.р. Кубани и Терека. В следующей таблице мы приводим основные данные этих проектных схем:

Год.	Автор.	Схема проекта.	Примечания.
1757	Бюффон, Паллас.	Первые дали идею соединения.	
1858	Фрюстон.	Канал длиною 1100 верст, шириною 50 саж.	
1859	Бергштрессер.	Канал по Манычам и Гайдуку.	Основан на неверных данных.
1871—79	Блюм.	Кумо-Манычский открытый канал, предусматривавший повышение уровня Каспийского моря на 2—3 саж. Стоимость 800 милл. руб.	Отвергнут Географич. О-вом по неосуществимости.
1879	Данилов.	Шлюзованный канал с 2 ветвями: к Астрахани и в Каспийское море. Длина 873 вер., глубина 1,5 саж., ширина по дну—9 саж., шлюзов—23, два питательных ирригационнных канала—из Терека и Кубани. Орошение 400.000 дес. Стоимость 85 милл. руб.	Размеры канала очень малы; недостаточны гидрологические данные; преуменьшена стоимость.
1900	Лохтин и Артемов.	Канал (шлюзованный) от Кривой Косы на Азовском море до Ростова, затем Дон-Манычи-Бахтемировский рукав Волги. Ответвление на Чистый банк в Каспийское море. Длина—780 верст, глубина 21 фут и 10,5 фут. для морских и речных судов. Остальное аналогично Данилову; питание лишь из Терека. Орошение 500.000 дес. Стоимость 179 милл. рублей.	Проект основан на данных Данилова. Стоимость тоже преуменьшена.
1901	Юстус.	Открытый морской канал из Дона по трассе Данилова, глубина 17,5 фут. Земл. работ—40 милл. куб. саж.; стоимость 150 милл. руб.	Стоимость явно преуменьшена.
1921	Моргуненков.	Озеро—водохранилище на Маныче длиною 250 вер. между устьями р.р. Калауса и Б. Егорлыка, питаемое водами своего бассейна и р. Кубани. К Дону и Каспийскому морю ирригацион.-судоход. каналы длиною 325 верст. Стоимость 45 милл. руб.	Оригинальная идея использования всех видов водного хозяйства Манычей. Отсутствие данных изысканий для проекта заставляет пока сомневаться в его малой стоимости, а также в технической осуществимости.

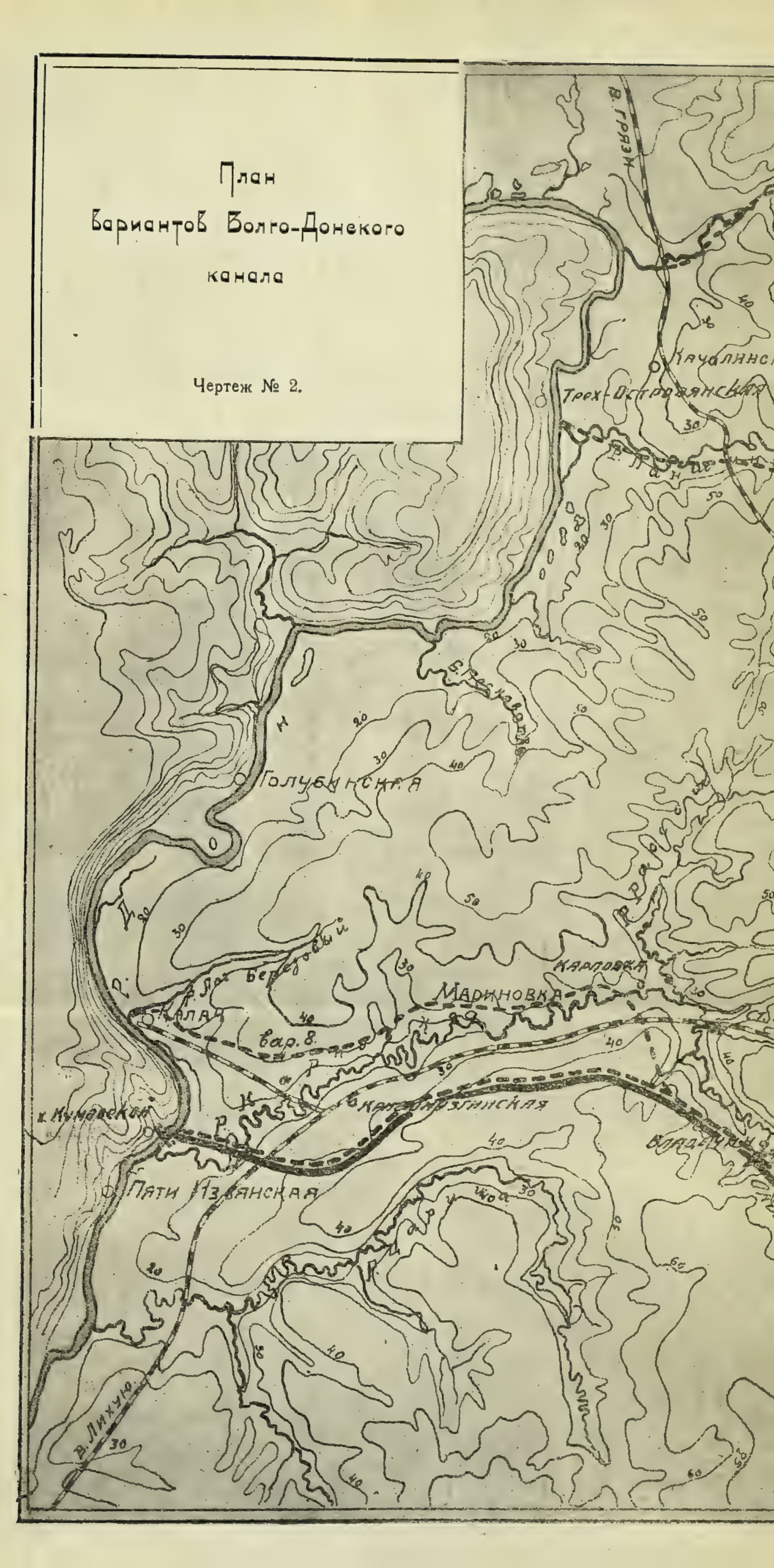
За исключением схемы инж. Ф. П. Моргуненкова, вопрос об осуществимости которой пока остается открытым, в виду отсутствия надлежащих данных, все остальные проектные предположения южной группы отличаются, несмотря даже на явное преуменьшение, весьма значительною стоимостью работ, которая фактически окажется еще выше проектируемой. Стоимость канала по перечисленным выше проектам от 85 до 179 милл. руб., конечно, преуменьшена, так как, или размеры канала малы для современных судов (как, например, у Данилова), или допущены низкие расценки для работ, невозможные в условиях Манычей, главным образом, в зависимости от бездорожья на значительных расстояниях (до 600 верст), требующих устройства хороших путей для подвозки материалов и проч., (напр., в проекте Лохтина и Артемова). По производившимся пересчетам стоимость Манычского канала определялась в 250—300 милл. руб., т. е. в 4—5 раз более стоимости Волго-Донского канала.

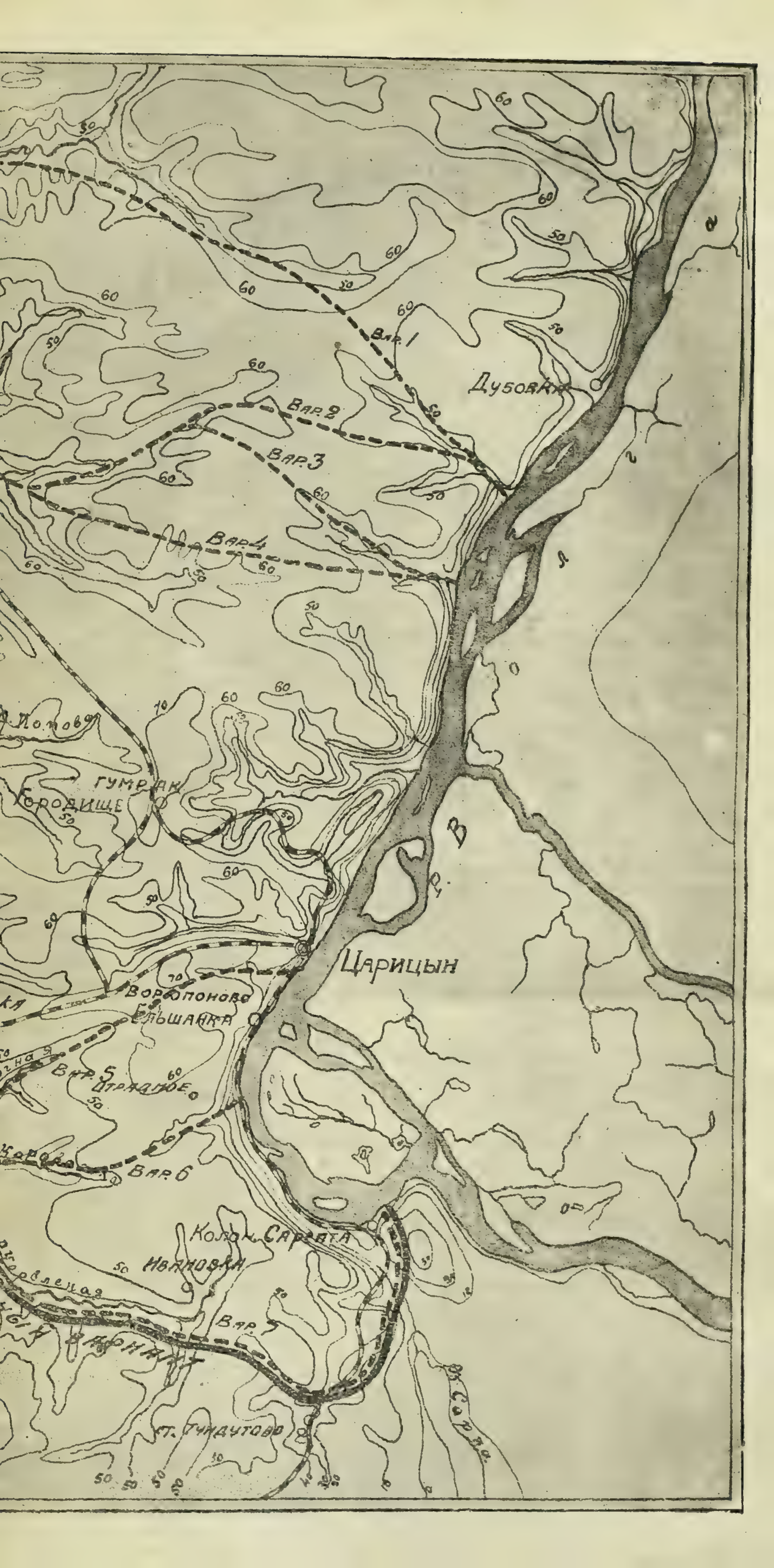
Вопрос о технической осуществимости южных схем все еще возбуждает сомнения, так как надлежащие исследования до сих пор на месте не произведены. В проектах же второй группы (средней) имеются уже вполне определенные технические данные, свидетельствующие о полной возможности осуществления проектов, при чем стоимость работ в 2—3 раза ниже стоимости вариантов южной группы.

В смысле эксплуатационном канал между Волгой и Доном в месте наибольшего их сближения имеет ряд преимуществ перед Манычским в отношении длины пути и стоимости перевозок (фрахтов) для грузов волжского бассейна, уральских и сибирских, для которых путь через Манычи слишком длинен, а потому и дорог. Для грузов Каспийского бассейна преимущества эти несколько уменьшаются, но надо принять во внимание, что при реальной постановке вопроса в данное и ближайшее время грузы Каспийского бассейна, Туркестана и Персии будут играть довольно малую роль в нашем экспорте по сравнению с волжскими и сибирскими. Но даже и для каспийских грузов выгодность движений по Манычам является спорной. Несмотря на более короткий путь, фрахты по Манычскому каналу вероятно будут равны, или выше, чем по Волге и Дону, так как сопротивление движению судов в узком канале и расход топлива значительно больше, чем в реке.

В настоящее время такое грандиозное и дорогое сооружение, как Манычский канал, явилось бы мертвым, неиспользуемым капиталом, поскольку главными предметами нашего экспорта в этом районе является хлеб и лес волжского бассейна. В будущем, при правильном экономическом развитии страны, канал этот сделается вполне необходимым и он будет осуществлен; пока же Волго-Донской канал представляет рациональное и сравнительно недорогое решение задачи.

Кроме того, есть еще одно соображение. Особые гидрологические условия Маныча и прилегающего к нему района, а также всего Северного Кавказа, выдвигают жизненную необходимость широкого обводнения Края для возможности его хозяйственного развития. Манычу суждено сыграть крупную роль в этом отношении, в особенности, в связи с созданием водного узла Маныч—Кубань и, отчасти, Терек. Проблема Маныча есть, следовательно, проблема прежде всего водно-меллиоративная. Разрешение ее (если удастся, напр., по схеме Моргуненкова, или близкой к ней) вызовет быстрый под'ем и расцвет Края, что потребует вскоре создания дешевых путей, и вот тогда-то


План
Вариантов Волго-Донского
канала
Чертеж № 2.
Трех-Островянская
Голубинская
Мариновка
Карповка
вар. 8.
Калач
Пяти Избянская
х. Кумовской
Качалинская
Владимировка
Карповская
Лог Березовый
в. Лихую
в. Грязи
р. Дон


Дубовка
Вар. 1
Вар. 2
Вар. 3
Вар. 4
Вар. 5
Вар. 6
Вар. 7
Гумрак
Городище
Царицын
Ворошоново
Ельшанка
Отрадное
Колон. Сарепта
Ивановка
Тундутово

наступит время для судоходной проблемы Маныча. Благоприятные физико-географические условия позволят, вероятно, в этом случае довольно дешево, в комбинации с обводнением, осуществить этот путь.*)

Таким образом, в настоящее время Манычский канал не является конкурентом Волго-Донскому, в виду различия задач и народно-хозяйственного значения. В дальнейшем поэтому мы и становимся лишь на второй (средней) группе проектов.

II. Наивыгоднейшее направление Волго-Донского канала.

Группа проектов соединения Волги и Дона в месте наибольшего сближения этих рек заходит далеко вглубь истории и, вместе с тем, является наиболее популярной и в последнее время. В нижеприведенной таблице перечислены в хронологическом порядке все более или менее известные проекты и схемы.

Год.	Автор.	Основные черты проекта.	Примечания.
1568	По приказу султана Солимана.	Канал между р. Иловлей—притоком Дона и Камышинкой—притоком Волги.	Работы производились при султане Селиме II, но были брошены за отсутствием сведущих людей.
1696	По приказу и под наблюдением Петра Первого.	По тому же направлению, в версте южнее.	Работы начаты по одобрении проекта Парижской Академией в 1697 г. Бренкелем, но через год прерваны. От работ Селима и Петра Первого остались следы в виде двух глубоких канав.
1822—1832	Крафт.	4 варианта: а) Царицын—хут. Вертячий (с тоннелем). б) р. Дон—р. Тишанка — водораздел —р. В. Пичуга—р. Волга; длина 62 версты, из них 38 вер. тоннелем: в) р. Дон—р. Сахарка – водораздел— р. Н. Пичуга—р. Волга; длина 55 вер., из них 42 вер тоннель; г) р. Дон - р. Карповка—водораздел - балка Отрада—р. Волга (в 13 вер. ниже Царицына).	Представлен был инж. Потье в Гл. Управление Путей Сообщ.
1826—1832	Крафт.	Р. Дон — р. Иловля — водораздел — р. Камышинка—р. Волга. Длина 157,5 в., питание из водохранилищ, 56 шлюзов.	
1857	Де-Виллерс	Царицын (Волга) — балки --водораздел — р. Яблоновка — р. Карповка— р. Дон.	
1857	Шишов.	Р. Дон—р. Тишанка—р. Осокорка— водораздел—балки к Волге.	
1877	Инж. Гамалицкий.	Р. Дон—р. Карповка—р. Червленная —р. Сарпа—р. Волга; длин. 125 вер., 29 шлюз. и наклонная плоскость на Волге.	

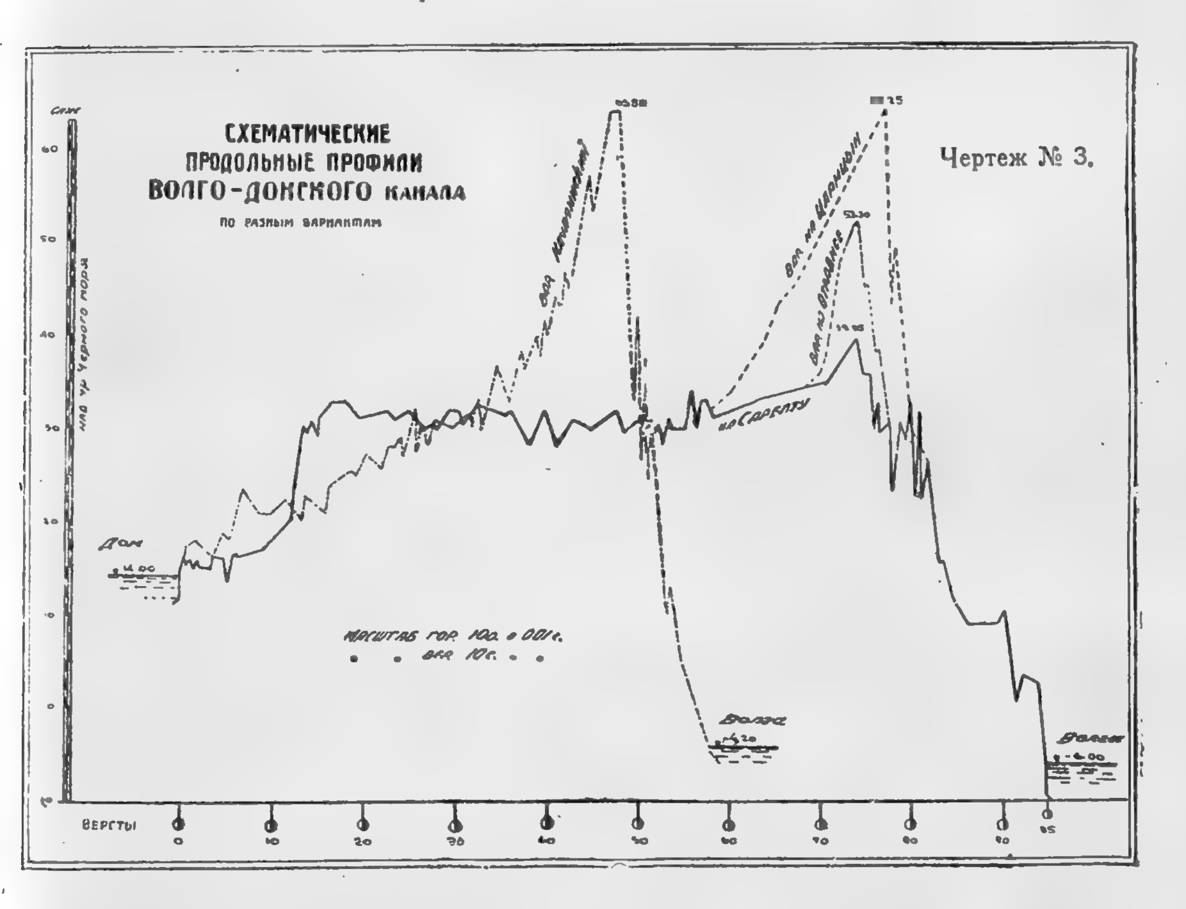
*) Мысль эта подробно была развита нами в докладах о Манычской проблеме на I краевой Ю.-В. конференции по изучению производ. сил (в 1923 г.) в Ростове на Дону и на I гидрологическ. с'езде в Ленинграде в 1924 г. См. также нашу статью в настоящем сборнике „Проблема водного хозяйства бассейна Манычей" и статью А. С. Аксамитного: „Задачи водного хозяйства на Юго-Востоке" (журн. „Юго-Восток" 1922 г. № 1).

Год.	Автор.	Основные черты проекта.	Примечания.
1887	Л. Дрю.	Р. Дон (у Пятиизбянской)—р. Карповка—р. Короватка—р. Ягодная—водораздел—р. Прудовая—Волга. Длина 80,2 верст, глубина—2,5 метра, при ширине 37 метр. Питание из водохранилищ.	Ныне устарел, так как составлен для небольших судов.
1906—1911	Щербатов и Лыжин.	Примерно по предыдущему направлению, но с выходом на Дон у хутора Кумовского. Ширина канала по дну—19,5 саж., при глубине 1,5 саж., питание насосной станцией из Дона.	
1911	Инж. Н. П. Пузыревский *).	Направление от Дона аналогично предыдущим, но выход к Волге по 3 вариантам: а) у Царицына—длиной 76 вер., стоимостью 63,4 милл. руб. б) у Отрадного—длиной 74 вер., стоимостью—47,9 милл. руб. и в) у Сарепты—длиной 94 вер., стоимостью 42,1 милл. рублей.	Основным принят вариант на Отрадное.
1917	Технич. бюро проектов водн. пут. при Упр. Знутр Водн. Путей.	Переработка вариантов инж. Пузыревского и вариант Качалинский: несколько схем по направлению р. Дон у ст. Трехостровянской и Качалинской—р. Паншинка, или Ерзовка—водораздел—р. Пичуга—р. Волга. Стоимость 65 и более милл. рублей.	Основным принят вариант на Сарепту.
1919—1921	Упр. работ по состав. проекта и сооруж. В.-Д. канала под руков. инж. Е. В. Близняка; затем Бюро по состав. проекта канала ГКГС.	Сарептский вариант инж. Пузыревского с раздельным бьефом, пониженным до отметки 32,00 саж. Шлюзы 75×9×1,6 саж.	Проект не закончен, будучи в отдельных частях разработан весьма детально.
1920	Инж. Б. Н. Алексеев (для предыдущей организации).	По тому же направлению. Отметка раздельного бьефа—29,50 саж., ширина канала по дну—24 саж., по зеркалу—40 саж., глубина 2,00 саж., Шлюзы двух типов, большой—2 камеры 90×11 саж., малый—3 камеры 60×8 с., падение на Волжской ветви по 6 саж., на Донской—5,17 саж. Стоимость 66 милл. руб. довоенных.	Проект эскизного характера.
1920	Инж. Моргуненков.	Открытый со стороны Дона канал на отметке 17,00 саж. спускается к Волге шлюзами, часть расхода Дона идет на орошение Калмыцкой степи и для питания гидро-электрической станции на Волжском спуске.	Проект представляет собою схему, осуществление которой весьма дорого. Схема рассмотрена в числе вариантов в настоящей работе.

*) Н. П. Пузыревский. Водное соединение рек Волги и Дона. (Материалы для описания русских рек и истории улучш их судох. условий, вып. 35) С.-Петербург. 1912. Там же описание прежних проектов соединения Волги с Доном.

Таким образом, в рассматриваемом районе наметилось три главных направления: 1) по р.р. Иловле и Камышинке, 2) качалинское и 3) Калач—Царицын (Сарепта). Первое направление должно быть в настоящее время отброшено, так как необходимость приведения в судоходное состояние небольших речек Иловли и Камышинки, а также участка Дона от устья Иловли до Калача, для современных большемерных судов чрезвычайно удорожает проект, вносит значительные трудности в его исполнение и не дает никаких преимуществ в эксплуатационном отношении (затруднительность питания в виду малых расходов рек). Позднейшие проекты (с 1832 г.) на этом направлении уже не останавливаются.

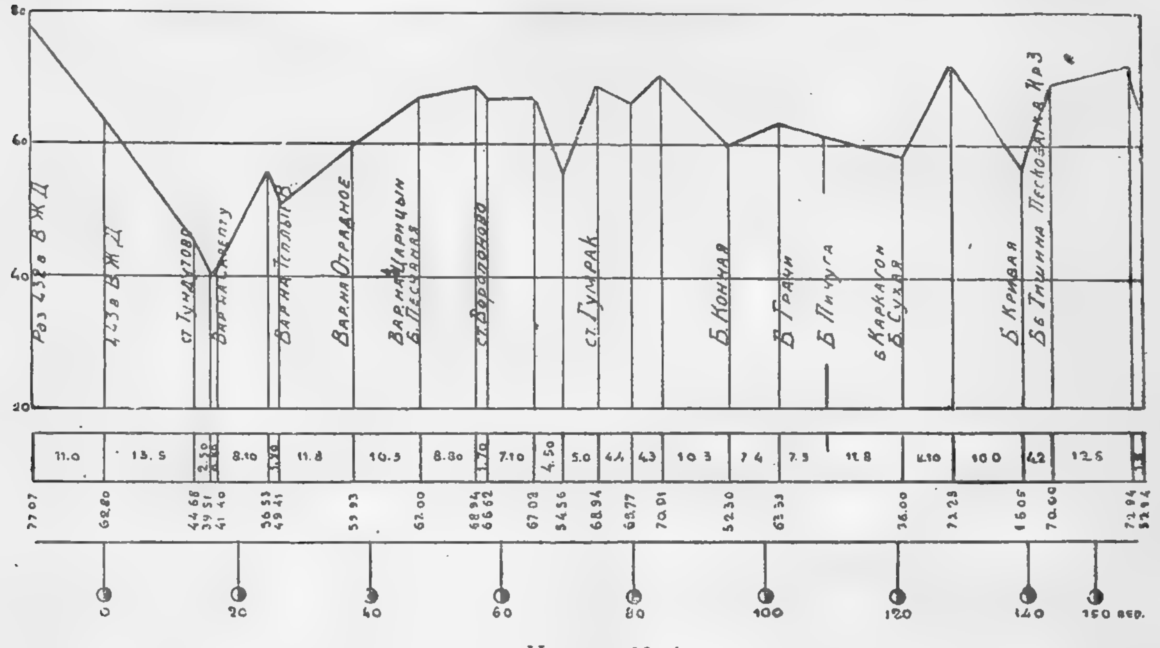
Направление качалинское до последнего времени привлекало внимание, так как оно было самым коротким (до 60 верст). Но сделанные в 1916 г. Управлением Вн. Водн. Путей изыскания*) показали, что Волго-Донской водораздел имеет здесь высокую абсолютную отметку (63,3--66,7 саж. над уровнем моря), приближающуюся к отметке водораздела на царицынском направлении (65,2 саж.), в то время как на сарептском она равна 39,9 саж. Эскизные проекты (черт. № 3) показали значительную стоимость канала по этому направлению (см. таблицу на стр. 6) при больших технических затруднениях. К этому прибавляется дополнительная необходимость улучшения судоходных условий участка р. Дона от ст. Трехостровянской или Иловлинской до Калача (около 95 верст), а также удлинение пути для судов, идущих с низовьев Волги, на 160 верст.



*) Все проекты, изыскания и работы до 1911 г. довольно подробно описаны в упомянутой выше книге инж. Н. П. Пузыревского. Работы и изыскания после этого года подробно освещены в работе инж. М. М. Гришина: „Волго-Донской канал. Очерк работ и изысканий за десятилетие 1912—1922 г.г.“, находящейся в рукописи и приготов. к печати.

Таким образом, только направление от района Калача на Дону к Царицыну—Сарепте на Волге оказалось наиболее рациональным. Упомянутые изыскания 1916 г. подтвердили это, так как произведенной нивеллировкой гребня водораздела от ст. Тингута Сев.-Кавк. ж. д. до Дубовки на Волге не обнаружено иных, более пониженных седловин, кроме сарептской и отрадненской к югу от Царицына (см. профиль по гребню водораздела, черт. № 4).

Продольный профиль хода по водоразделу при изысканиях 1916 г



Чертеж № 4.

Как упомянуто было выше, инж. Н. П. Пузыревский из 3 вариантов выхода на Волгу остановился на отрадненском, несмотря на его большую стоимость и большую сложность по сравнению с сарептским. Основанием для этого были меньшая длина канала (на 20 верст) и выход на Волгу ближе к Царицыну.

Как показывает нижеследующая сравнительная таблица вариантов.

№№ вариантов	Пункт выхода в Волгу.	Длина канала в верстах	Высота уровня водораздельн. бьефа			Число шлюзов	Наибольш. глубина выемки в саж.	Об'ем землян. работ в тыс. куб. саж.	Стоим. канала в тыс. руб.
			Абсолютн. в саж.	Над Доном в саж.	Над Волгой в саж.				
1	г. Царицын	76,0	43,5	29,5	49,5	17	23,2	7.288	63.394
2	с. Отрадное	73,5	33,5	19,5	39,5	15	21,3	5.120	47.870
3	к. Сарепта	94,0	30,0	19,5	39,5	15	9,9	3.585	42.097

большее предпочтение следует все же отдать сарептскому варианту, имеющему преимущества *меньшей стоимости и меньшей технической сложности*. Здесь выемка глубиною до 10 саж. не представляет каких-либо затруднений инженерного характера, выемка же в 21 саж. (как на отрадненском направлении) представляет серьезное сооружение, возведение и уход за которым ложится большим накладным расходом и влечет за собой неприятные возможности обвалов и оползней (ср. опыт Кулебры на Панамском канале). К тому же, как показали позднейшие геологические обследования,*) геологические условия сарептского направления более благоприятны, нежели отрадненского. Большая длина сарептского варианта (на 20 верст) для более чем тысячеверстного водного пути не имеет почти никакого значения, а увеличение эксплуатационных расходов, в связи с удлинением канала, будучи капитализировано, оказывается все же меньше разницы стоимости этих вариантов.

Эти соображения, а также ряд других (трудность размещения шлюзов на крутом волжском спуске у Отрадного, наличие удобного затона у Сарепты и пр.) привели сначала техническое бюро проектов водных путей б. Управления Вн. Водн. Путей, затем технический совет Главного Комитета Государственных Сооружений (в 1920 г.) и последующих авторов проектов *к сарептскому варианту, как наиболее рациональному*. В настоящее время вопрос этот является вполне решенным.

Что касается выходов в Дон, то здесь не возникало больших споров и признано наиболее выгодным выйти в Дон против х. Кумовского в 8 верстах ниже х. Калача. Вариант выхода к Калачу, как показали недавние подсчеты (см. ниже), оказывается более дорогим.

Таким образом, в современном представлении рациональное направление канала рисуется в следующем виде (см. черт. № 2): р. Дон против х. Кумовского, затем пойма Дона, пересечение жел.-дор. линии Царицын—Кривомузгинская—Лихая, левый склон долины р. Карповки, затем левый берег долины р. Червленной и далее по дну реки до дер. Ивановка, находящейся на водоразделе. После пересечения Северо-Кавказской жел. дор. трасса спускается по балке Солянке в долину р. Сарпы, по которой у кол. Сарепта выходит в Сарептский затон р. Волги.

III. Волго-Донской водораздел.

Волго-Донской водораздел в районе Сарепта—Царицын—Калач—Кумовской представляет собой сравнительно плоскую возвышенность, круто спускающуюся на коротком расстоянии (6—10 в.) с высоты 40—60 саж. над уровнем моря, к Волге и весьма полого (за исключением полосы близ поймы Дона) на протяжении 50—70 верст к Дону. В этом районе водораздел представляет собой место соединения отрогов Ергеней (с юга) и оконечности, так называемой, Симбирской возвышенности (с севера). Гребень водораздела идет в направлении с севера на юг, параллельно Волге на высоте 46—70 саж. над ее средним меженнин уровнем.

Обычно крутой спуск к Волге в районе Сарепты несколько изменяет свой характер, благодаря далеко врезывающейся в водораздел балке Солянке, средний уклон которой 0,006, переходящей потом в равнину—низменную степь на отметке около 10,00 саж., подходящую к Сарепте. Вся длина этого спуска около 21 версты.

---

*) При изысканиях 1918—1922 г. г. производившихся под нашим руководством.

Пологий западный спуск сравнительно круто обрывается верстах в 5—6 от Дона, где начинается пойма („займище") реки, находящаяся в среднем на отметке 16,00 саж. над уровнем моря.

Впервые водораздел был подробно обследован французским инженером-геологом Леоном Дрю*) в 1885 г., в результате чего в 1887 г. им был представлен проект устройства соединительного канала. В 1894 г. Правлением Казанского Округа П. С. были произведены работы с целью проверки данных изысканий Л. Дрю, как топографических и геологических, так и гидрометрических, при чем, в общем, данные Дрю более или менее подтвердились. Затем в 1910—11 г.г. были произведены изыскания по 3 вариантам канала инженером Н. П. Пузыревским, составившим известный проект. В 1916 г. Управлением Внут. Водн. Путей данные Пузыревского были дополнены изысканиями наиболее пониженных седел по гребню водораздела и, наконец, в 1918—1922 г. г. производились дополнительные изыскания под нашим руководством в целях детального освещения сарепского варианта. При последних изысканиях произведены детальные с'емки спусков к Волге и Дону и прилегающих частей водораздела, геологическое обследование с бурением по всей трассе канала, гидрометрические и метеорологические наблюдения (к сожалению, отрывочные, в виду частых перерывов в работах) и почвенно-ботанические исследования. Правда, изыскания эти не были закончены с той полнотой, какая была необходима, в виду закрытия кредитов; но все же они дали довольно много данных, приводимых ниже, к характеристике водораздела. Таким образом, водораздел, вообще говоря, можно считать более или менее изученным, но, конечно, перед приступом к постройке должны быть произведены еще детальные исследования и трассировки, требуемые строительством. (См. чертеж № 5).

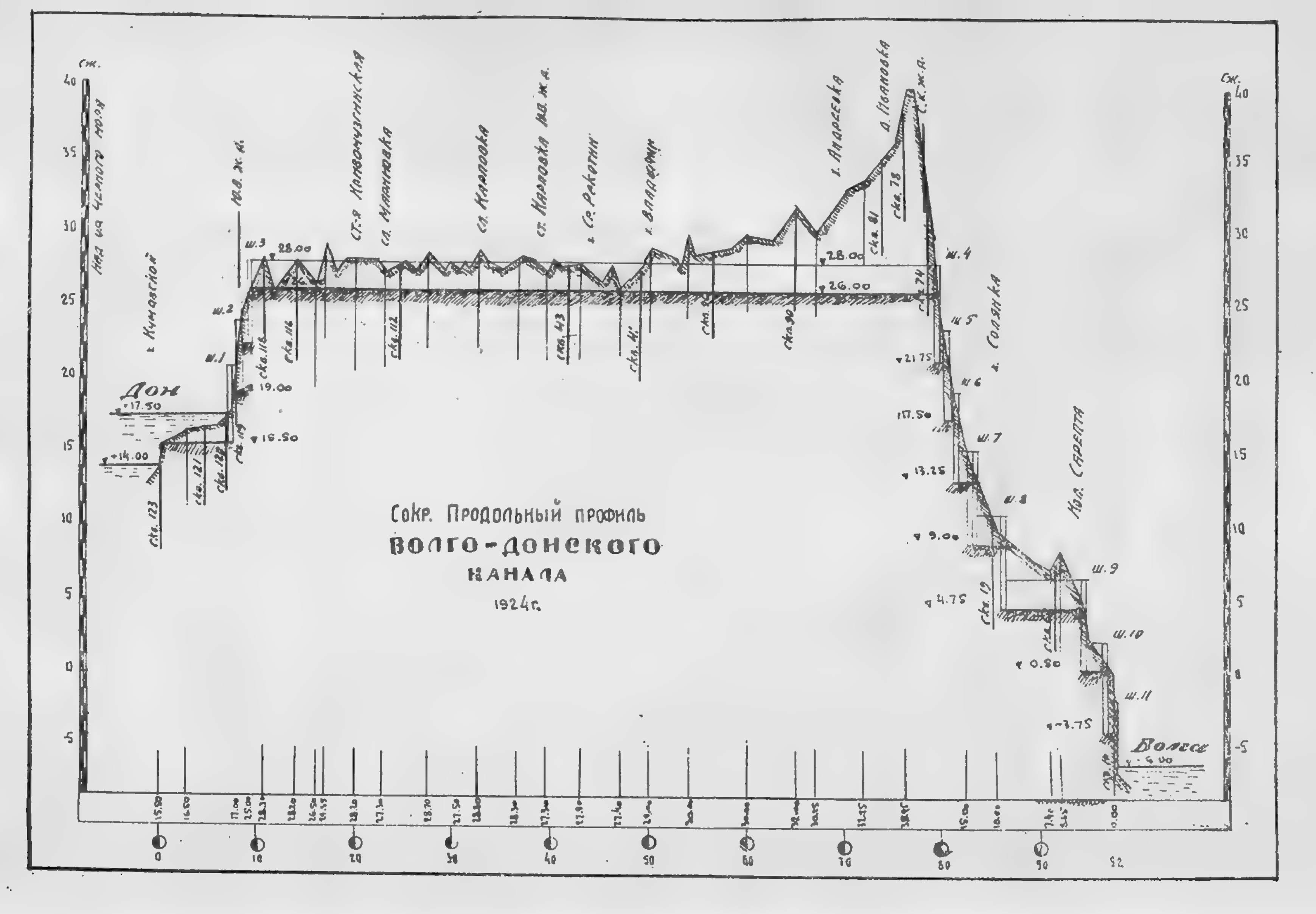
В геологическом отношении водораздел сложен из третичных и послетретичных образований. Начиная с Волги (черт. № 2, 5, и 6) канал идет частью в аллювии р. Сарпы, частью в толще Арало-Каспийской песчано-глинистой свиты, мощностью от 6 до 12 саж., подстилаемой третичными зелеными глинами (скв. № 10—97-ая верста**). Далее от 94-ой до 87-ой версты (от Дона) канал прорезает слои песчанистых глин буроватых и палево-серых (скв. № 60—92-ая верста). Затем он вступает в долину балки Солянки и до 83 версты идет в толще аллювия балки Солянки: богатые песком, глины, темно-серые супеси, ил (скв. № 19—85-ая вер.). Вслед за этим начинается седловина водораздела, сложенная из бурых глин, более или менее песчанистых, книзу переходящих в зеленовато-серые, глины коренных третичных отложений (скв. № 74 и 78 на 81 и 77-ой версте). В этом месте по проекту должна быть самая глубокая выемка, примерно, до коренных отложений, или частично врезающаяся в них.

Начиная от 77 версты на запад, трасса канала идет в тальвеге р. Червлённой и прорезает аллювиальные образования этой реки: глины песчаные и иловатые, пески, иногда плывуны (напр. скв. № 81 на 74-й версте, скв. № 90 на 65-й версте, скв. № 96 на 57-й версте). В этом же районе на правом берегу р. Червленной имеются выходы темно-серого песчаника, твердого и плотного, могущего служить хорошим материалом для бутовой и бетонной кладки.

---

*) **L. Dru**. Project de canal entre le Don et la Volga. Paris. 1887.

**) По данным изысканий 1918—1922 г. Разрезы скважин приведены на чертеже №6.


Сокр. Продольный профиль
ВОЛГО-ДОНСКОГО
КАНАЛА
1924 г.
Над ур. Черного моря
Дон
Волга
х. Кумовской
Ю.В. ж. д.
ст.-я Кавмонузгинская
сл. Мариновка
сл. Карповка
ст. Карповка Ю.В. ж. д.
Ср. Рекотин
Владимир
х. Андреевка
д. Ивановка
С.К. ж. д.
Солянка
Кол. Сарепта

Чертеж № 5.

Следуя далее вниз по реке, необходимо отметить глубокие скважины № 41 на 49-ой версте у хут. Рекотина и № 43 на 43-й версте у хут. Рогачика, где трасса поворачивает из долины Червленной в долину р. Карповки. Вторая из этих скважин показывает несколько слоев плывуна, но на отметке около 21,00 саж. над уровнем моря, т. е. значительно ниже дна канала (отм. 26-30 саж.), почему для последнего это никакой опасности не представляет, тем более, что в скв. № 41 плывунов уже нет. Повидимому, плывуны здесь носят местный характер и связаны с р. Червленной. Для вариантов канала с более пониженными отметками раздельного бьефа здесь наступают большие трудности.

От 43-ой до 9-ой версты канал идет по склону долины р. Карповки на небольшой глубине в верхних послетретичных отложениях, состоящих из растительного слоя и желтых лессовидных глин более светлых или темных оттенков (скв. № 112 на 24-ой версте). От 9-ой версты начинается спуск к Дону, и каналом прорезаются песчанистые глины и даже чистые пески (скв. № 118, 119 и 120 на 7—9-ой версте, на крутом склоне). На отметке около 12,5 саж. над уровнем моря появляются уже плывуны, связанные с водами р. Дона. Скв. № 121 на 5-ой версте и 123 на берегу Дона прорезают песчаные толщи Донского аллювия.

Из этого краткого геологического обзора видно, что первые 8 верст от Дона сложены из песчаных, легких для разработки грунтов; далее до 45-ой версты канал идет в лессовидно-глинистых грунтах, а начиная с 45-ой в долине р. Червленной прорезает то илисто-наносные грунты русла реки, то плотные песчано-глинистые, иногда с примесью гальки, грунты ее излучин и мысов.

Между 78—88 верстами находится самая глубокая выемка. Грунты здесь песчано-глинистые и лишь в одном месте на 76-ой версте встречен, на отметке около 31—32 с., слой ила, плывуна, имеющий, может быть, случайный характер, но представляющий известные осложнения и затруднения в работе. При спуске к Волге до 87-ой версты также предстоят некоторые затруднения, в виду наличия перемежающихся слоев глин и песков. Вообще, в этом районе придется произвести детальные исследования перед приступом к строительным работам для выбора наилучшего направления трассы, как о том упоминалось выше.

Версты 87—95 довольно благоприятны: глины и суглинки без водных горизонтов с небольшой примесью песка и мелкой гальки. Лишь последние 2—3 версты у самой Волги потребуют особой осторожности в работах, благодаря некоторой возможности оползней, присущей, вообще, правому берегу р. Волги (Царицин, Саратов и др.), вследствие наличия наклоненных к реке глинистых слоев, подстилающих пески на уровне меженных и высоких вод р. Волги, а также некоторой частоте, хотя и неособенно мощных, водных горизонтов.

В отношении возможности просачивания воды в грунт надо отметить, что, вообще, в глинистых и песчано-глинистых грунтах оно будет невелико (в особенности на 9—45 верстах), но при встрече с песчаными слоями придется прибегать к противофильтрационным устройствам или в др. случаях предоставить дело постепенному естественному заилению канала.

В районе канала встречается много месторождений некоторых строительных материалов. Помимо упомянутого уже камня, здесь встречаются различные пески (некоторые разрабатываются Сев.-Кавк ж. д.), гальки и глины—вязкие, сланцеватые, мергелистые, песчани

стые и др. Материал для противофильтрационных слоев в ложе канала, может быть, следовательно, легко найден на месте.

В климатическом отношении водораздел может быть отнесен к местностям, близким к полупустыням, с континентальным климатом и типичной растительностью и почвами.

По данным ближайших к району канала метеорологических станций в Царицине и Тингуте, средняя годовая температура воздуха равна + 7,9° — +8,0°. По месяцам она распределяется следующим образом:

Станции	Период наблюдения	Месяцы												
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Царицын	1891—1916	−9,3	−7,4	−2,3	7,9	17,4	22,5	25,1	23,2	15,9	7,7	0,1	−5,6	+7,9
Тингута	1909—1916	−7,6	−5,8	−2,3	8,1	17,1	22,1	24,6	22,3	15,7	8,0	0,1	−5,9	+8,0

Крайние температуры наблюдались зимой до — 34,6° (1893 г.) и летом + 41,0° (1891 г.) по Царицину, амплитуда 75,6°. Средняя продолжительность периода со средней суточной температурой выше 0° равна 241 дню (Царицын) и 240 дням (Тингута), из коих лето (время с температурой выше 15°) длится около 130 дней.

Среднее количество атмосферных осадков в миллиметрах, приведенных к периоду 1891—1916 г.г., дано в следующей таблице:

Станции	Месяцы												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Донская . . . (Калач)	24	26	20	25	35	49	32	24	35	30	38	36	374
Царицын . . .	30	28	20	21	34	45	33	21	33	29	42	39	375
Тингута . . .	12	8	11	17	27	31	26	21	19	15	25	11	223

По периодам времени осадки распределяются таким образом: навигационный (апрель—ноябрь) от 69% до 81% годовых осадков, зимний период (декабрь—март) от 19% до 31%. Снежный покров устанавливается обычно в первой трети декабря. Толщина его в течение первого месяца около 10 см. и лишь к концу февраля достигает 17—22 см. Таяние происходит и зимой (оттепели), и весной и заканчивается, в среднем, в первой трети апреля. В малоснежные годы снега бывает не более 10 см., в многоснежные 25—30 см. и даже (1907 и 1908) до 40—50 см.

Таким образом, по водоразделу в районе канала в среднем осадков следует ожидать около 374—375 м/м., к югу же количество их падает, падает отчасти и к востоку, так что для восточной части следовало бы считать в среднем 330—350 м/м. в год.

РАЗРЕЗЫ БУРОВЫХ СКВАЖИН

Размеры в саженях

Чертеж № 6.

Число дней с осадками для западной части водораздела около 120, восточной части около 80, при чем 30—45% из этих чисел имеют крайне ничтожные осадки, до 1 м/м. в сутки, обильные же дожди составляют 10—18%, т. е. 1—2 дня в месяц.

Ход средней относительной влажности воздуха в %% можно видеть из следующей таблицы (по Царицынской станции):

Время наблюдения	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
1 ч. дня . . .	75	68	73	51	46	46	41	50	49	57	70	82	59
7 ч. утра . . .	83	83	84	76	67	64	64	55	70	78	91	86	—

Как видно, летние месяцы отличаются значительной сухостью, и весь район может быть отнесен к районам засушливым.

Испарение (в м/м.) можно охарактеризировать, к сожалению, по непродолжительным (8 лет) и неполным данным ст. Тингута; для сравнения приведем данные по ст. Малый Узень за тот же период:

Станции	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Тингута . .	2	10	16	75	180	204	243	204	127	64	20	10	1150
М. Узень .	2	4	7	32	120	161	173	154	123	54	7	4	811

Отклонения за отдельные годы могут достигать до 150%

В среднем, за навигационный период можно принять испарение равным 5—6 м/м. в сутки.

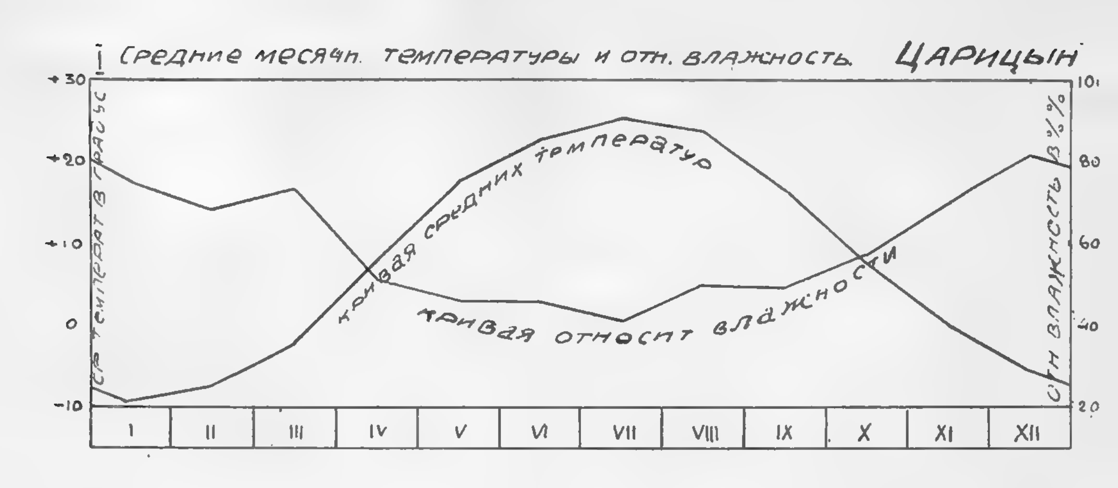
Наконец, касаясь ветров, играющих большую роль для судоходства по каналу, надо отметить наиболее частые ветры румбов NO, O, SW и W, при чем последние ветры наиболее сильные; SW, и W дают наибольшую скорость 7 метр. в секунду, в то время как NO и O—5 метров в секунду.

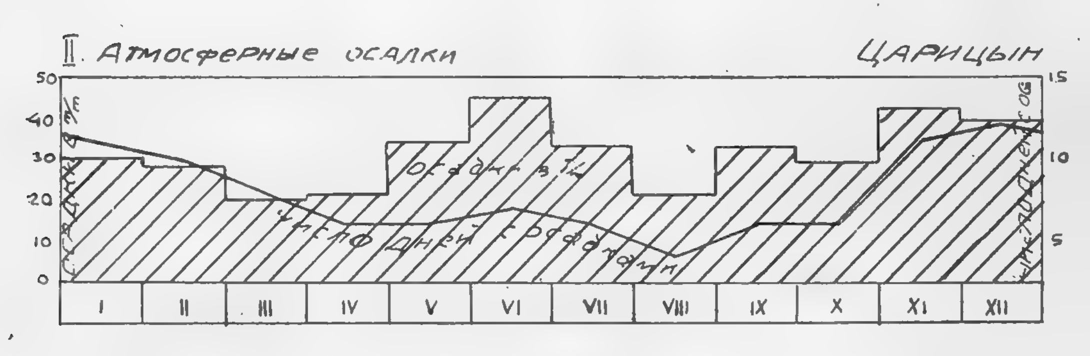
Годовой ход скорости ветра, а равно других охарактеризованных выше метеорологических факторов изображен в виде графиков на чертеже № 7.

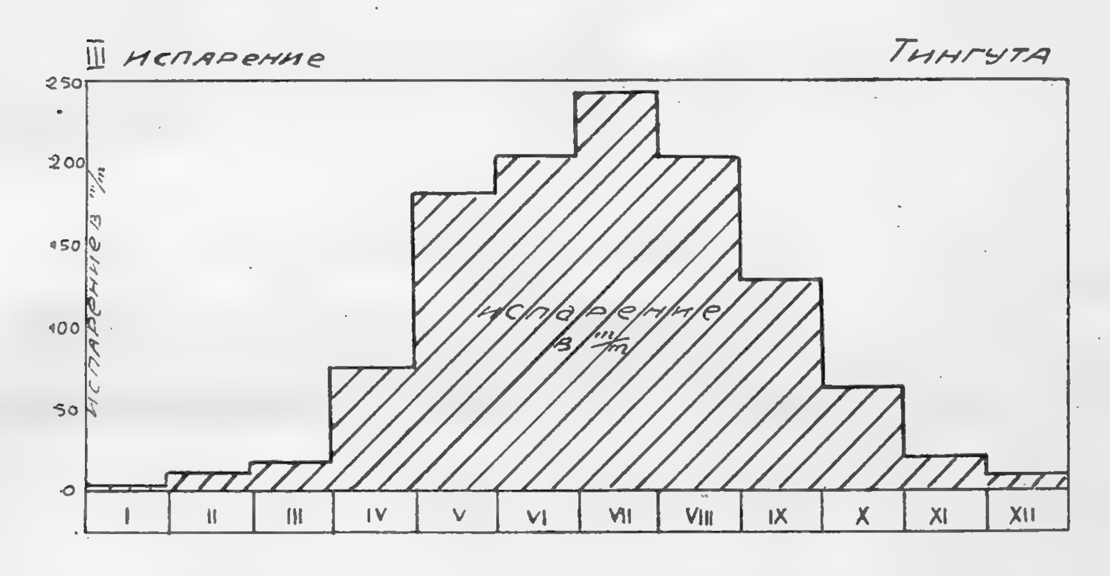
Приведенные данные не позволяют ожидать значительных запасов воды на водоразделе, как вследствие малого количества осадков, так и сильного испарения и общей засушливости водораздела. Существующие на водоразделе реки и балки вполне подтверждают это предположение.

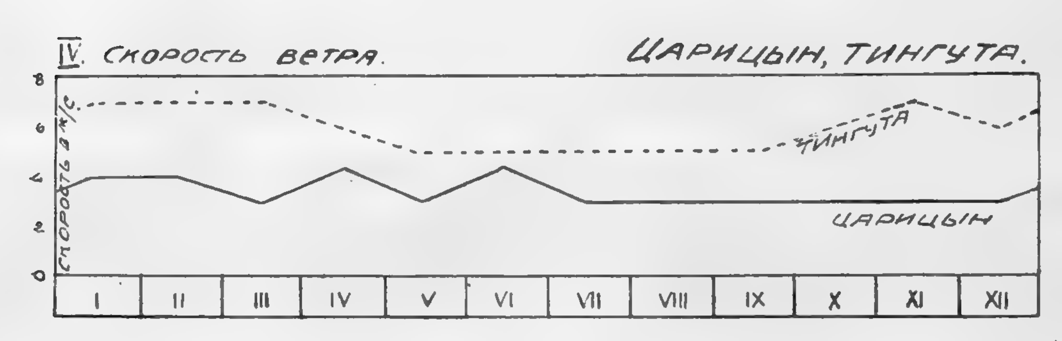
На коротком и крутом восточном (Волжском) склоне водораздела мы имеем лишь балки и одну речку—Сарпу, впадающую в Волгу у Сарепты и вытекающую из системы Сарпинских озер. Бассейны питания, а потому и расходы воды в Сарпе и балках (из коих наибольшая Солянка) незначительны, но все же этот восточный склон срав-

ГОДОВОЙ ХОД
МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ









Чертеж № 7.

нительно богат грунтовыми водами, выходящими на поверхность в виде ключей и родников.

Западный (Донской) пологий склон более беден грунтовыми водами, но изрезан рядом балок и речек (большею частью сухих летом), образующих систему р. Карповки, впадающей против х. Кумовского, в районе выхода канала в Дон. Река Карповка является результатом соединения р.р. Червленной и Россошки, которые в свою очередь питаются балками.

Р. Карповка имеет расходы в нижнем своем течении от 0,04 до 30 куб. саж. в сек., годовой расход, напр., для 1917 года, по грубым подсчетам, достигает 17 милл. куб. саж., из коих 1,5 милл. падает на летний период, остальное на зиму и весну. Воспользоваться водами этой реки для питания канала, к сожалению, если и возможно, то лишь частично и с большими затруднениями, так как главная масса воды протекает в марте месяце, в остальное же время воды еле хватает на пополнение текущих потерь водохранилища. По топографическим условиям невозможно в русле р. Карповки образовать водохранилища большой емкости, и к тому же наивысшая отметка такого водохранилища могла бы быть 20—23 саж., так что пришлось бы для питания канала прибегнуть к перекачке на высоту 5—10 саж. Река Червленная протекает непосредственно в районе канала, на протяжении 20 верст, идущего по дну ее долины. Годовой расход р. Червленной в ее верховьях (выше дер. Ивановки), где возможно устройство водохранилищ для питания канала, в 1921—1923 г г. колебался от 2,2 до 3,2 милл. куб. саж. Максимум, что можно задержать в водохранилищах по топографическим условиям—около 1,5 милл. куб. саж., но фактически использовать эту воду не удастся. В благоприятном случае все же запас 1,5 милл. куб. саж. вопроса питания канала не разрешил бы, так как потребность канала достигает 15—17 милл. куб. с. в навигацию.

Другие балки водораздела (Дубовая, Яблоновая, Песчаная, Короватка, Братская и пр.) также пересыхают летом, имеют незначительные площади водосборов (от 66 до 100 кв. в.), и ожидать от них реальной поддержки в питании канала нельзя.

Можно еще попытаться использовать воды р. р. Россошки и Донской Царицы, но последние очень удалены от канала, кроме того, требуемого для канала об'ема воды они все же не дадут.

Таким образом, водораздел следует признать, вообще почти безводным, именуемым иногда „полупустыней“ (Димо и Келлер. „В области полупустыни“), что характерно подчеркивается и почвами и растительным его покровом, описание которых в настоящем кратком очерке мы опускаем.

IV. Основные черты и задания водного пути между Волгой и Доном.

Прежде, чем перейти к рассмотрению возможных технических вариантов Волго-Донского канала, необходимо установить основные положения для проекта канала и всей магистрали, величину грузооборота и пропускной способности сооружений, размер типовых судов и шлюзов, глубину пути и пр. При установлении этих данных приходится иметь в виду, что проектируемая магистраль является транзитным путем, долженствующим во всех своих частях (Волга, канал,

Дон, морской порт и гирла Дона с морским каналом), одинаковую пропускную способность и однотипные основные размеры сооружений.

Основная задача этой водной магистрали—транзит экспортных грузов из Волжского бассейна и др., прилегающих к нему и к магистрали, районов; другие задачи второстепенные--внутренние перевозки грузов в обоих направлениях, а также перевозки некоторых импортных грузов. В ряде экономических очерков, приведенных в этом же сборнике, выяснены главнейшие данные о роде и количестве грузов. Различные авторы устанавливали и устанавливают различные количества главных грузов: хлеба, леса, нефти, угля, руды и др. сырья, которые пойдут транзитом по Волго-Донскому пути вскоре же после его сооружения. Все авторы более или менее приближаются к цифре годового грузооборота 250—300 милл. пуд.; последняя цифра и была положена в основу последнего проекта 1919—1921 г.г. В более далеком будущем эта водная магистраль должна будет пропускать до 1 миллиарда пудов в год. Этими пределами и ограничиваются требования, пред'являемые к пропускной способности пути. Последняя для открытого нешлюзованного водного пути может считаться ничем неограниченной, но для данной магистрали наличие шлюзов вводит определенные ограничения, почему размеры шлюзов и судов, могущих пропускаться ими, играют первостепенное значение; не меньшее влияние оказывают они и на фрахты.

Для возможности транзитного плавания необходимо, чтобы суда, плавающие по Волге, могли бы проходить по каналу и Дону без перегрузок. Первая черта, характеризующая всякий водный путь, это предельная осадка плавающих судов и, следовательно, связанные с этим наименьшие глубины пути.

К началу последней войны на Волге, в течение всей навигации поддерживались глубины, достаточные для плавания с осадкой на плесе Нижний-Новгород—Астрахань в 12 четв. арш. и на плесе Нижний-Новгород—устье р. Камы в 10 чет. арш., при чем, фактически, глубины выше 16 четв. держались в среднем 62% навигации, выше 14 четв.—75%, выше 12 четв.—93%.

По плану водного строительства, выработанному в 1917 г. Управлением Внутрен. Водных Путей, глубины эти предположено было увеличить путем землечерпания, соответственно, до 14 и 12 четв. По подсчетам инж. Н. А. Антонова (см. ниже его статью), при добавлении к существующим на Волге еще 4 землечерп. караванов, это вполне осуществимо, при чем в течение 80% навигации глубины будут не ниже 16 четв. Последняя тоже может быть поддерживаема и всю навигацию, но это обошлось бы довольно дорого, так как потребовалось бы в дополнение к существующему землечерпательному каравану пустить в работу по подсчетам Н. А. Антонова еще 19 снарядов с часовой производительностью 25 куб. саж.

Наибольшая осадка волжских судов, за некоторыми незначительными исключениями, 20 четв. арш. Если обратиться к рассмотрению волжского флота по состоянию его на 1912 г., то оказывается, что из 3629 баржей 2510, т. е. 69%, имеют осадку от 12 четв. до 16 четв. Судов с осадкой больше, чем 16 четв., всего 302, т. е. 8,3%.

Упомянутая самая распространенная осадка судов 12—16 четв. может быть используема ими в течение от половины до двух третей (и более) всей навигации на Волге. При этом по статистическим данным оказывается, что в течение первой половины навигации, когда

глубины обычно велики, перевозится главная масса грузов по Волге, от 62% до 66% всего годового грузооборота реки.

На Дону существующие глубины много меньше волжских. По проекту шлюзования р. Дона от х. Калача до ст. Кочетовской 1922 г.*), частично уже выполненному, на этом участке смогут беспрепятственно плавать суда с осадкой 10 четв. арш., а при некотором увеличении работ без особых затруднений и на осадке 12 четв. арш. Ниже ст. Кочетовской до Ростова предполагалось достичь глубины для осадки 10 четв. путем землечерпания; в настоящее время держится 7—8 четв. В будущем**) предполагается путем комбинированного шлюзования и землечерпания иметь на всем протяжении Ростов—Калач глубину, необходимую для плавания судов с осадкой 16 четв. арш., или 9 фут. (осадка рейдовых и гирловых судов).

При современном естественном состоянии р. Дона суда с осадкой в 16 четв. могут плавать в среднем от 1,5 до 2 месяцев, а на осадке 12 четв. арш.—до 2,5 мес.

Следовательно, если установить на Волго-Донском соединительном канале глубину, достаточную для плавания на осадке 12 четв. арш. то волжские суда в течение всей навигации могут плавать по всей, новой магистрали (при шлюзованном Доне); при глубине канала, необходимой для осадки 16 четв. арш., они могут ходить транзитом и по Волге только в течение 65—80% навигации, когда перевозится главная масса грузов, но при этом и рейдовые, и гирловые суда Азовского и Каспийского морей также получают возможность беспрепятственного плавания по всей магистрали.

Исходя из этих соображений, а также общих условий развития и удешевления перевозок, связанных обычно с увеличением глубин для всей водной магистрали, последними проектами устанавливалась *транзитная глубина для прохода судов на осадке 16 четв. арш.* (2,84 метра), каковая принята и нами. Эта глубина может быть достигнута не сразу, но на таких сооружениях, как шлюзы, должно предусмотреть при постройке глубину на их „королях“ (порогах), достаточную для плавания судов на осадке 16 четв.,—именно 1,60 саж., как наименьшую.

Что касается длины и ширины судов, на пропуск которых должны быть расчитаны искусственные сооружения (шлюзы) Волго-Донской магистрали, то типовыми размерами установлены: длина 50 саж., ширина 7,5 саж. При этом шлюзовые камеры должны будут иметь размеры 60×8 саж. (как на Дону). Центральное Управление Внутр. Водн. Путей НКПС выдвигает другой вариант 75×9 саж.

Донской флот, как паровой, так и не паровой, по данным 1916 г., полностью пройдет через шлюзы 60×8 саж., так как типичные суда, плавающие по Дону, имеют длину от 25 до 40 саж., а ширину 5,5—6 саж.

Волжский самоходный флот (паровой и тепловой***) на 96% проходит через шлюзы 60×8 саж. и на 98,8% через шлюзы 75×9 саж., как показывает следующая таблица:

---

*) Пояснительная записка к окончательному проекту шлюзования реки Дона от х. Калача до ст. Кочетовской. Изд. Упр. В. В. П. Пгр. 1916.

**) См. ниже ст. инж. М. М. Гришина и Д. И. Кочерина. „Р. Дон в составе водной магистрали Волга-Дон-Азовское море“.

***) Все данные о флоте почерпнуты из а) Статист. Сборника М. П. С. за 1912 год; б) данных Волжского Страхового Товарищества за 1914 год; в) труда В. В. Никольского. „Волго-Сибирский путь“ 1912 г. т. I; г) данных „Российского Регистра“ за 1916 г. и др. оффиц. источников, обработанных при составлении проекта В.-Д. канала в 1917—1919 гг.

Непаровые суда волжского флота.

Длина судов \ Ширина судов	Сажени									Всего
	До 3	3,1—3,9	4—4,7	4,8—5,4	5,5—6,2	6,3—6,9	7,0—7,4	7,5—7,9	Более 8	
Сажени:										
До 20	485	646	336	347	203	1	—	—	1	2019
21—25	4	36	72	258	234	13	—	—	2	619
26—30	1	12	36	59	279	56	1	4	2	450
31—35	—	8	82	58	219	113	5	5	1	491
36—40	—	5	7	59	208	245	56	14	—	594
41—45	—	—	1	22	287	256	48	36	16	666
46—50	—	1	—	3	97	205	113	56	10	485
51—55	—	—	—	—	2	28	39	38	8	115
56—60	—	—	—	—	4	9	16	34	10	73
61—65	—	—	—	—	1	3	2	5	9	20
Более 65	—	—	—	—	—	2	—	5	70	77
	489	706	533	804	1531	929	280	197	129	5609

В числе непроходящих через шлюз 60×8 саж., мы имеем, главным образом, нефтяные наливные суда, деревянные (48%) и железные (28%), а также сухогрузные для разных грузов (18%).

Рассматривая из непарового флота только *баржи*, как преобладающий тип судов на Волге (по численности—3440 суд., или 61%, а по грузопод‘емности до 80% всего волжского тоннажа), по отдельным их категориям, мы найдем следующие соотношения (к 1914 г.):

№№ по порядку	Наименование баржи по роду груза	Средняя грузопод‘емность в пуд	% проходящих через шлюз 60×8 саж.	% проходящих через шлюз 75×9 саж.	Примечание
1	Хлебные	101.500	99,3	100	
2	Разные грузы .	82.100	99,9	100	
3	Нефтяные . . .	167.300	88,3	98,6	В числе непроходящих, главным образом, железные суда.

Из этих данных видно, что размеры шлюзов 60×8 саж. вполне удовлетворяют интересам существующего волжского (тем более донского) флота как в настоящее время, так и на ближайшее будущее, ибо тенденцию к росту размеров, как показало исследование, проявляет лишь часть судов, главным образом, нефтяные железные суда.

Предельные размеры судна, которое еще может пройти через шлюз 60×8 саж. будут: длина—56 саж., ширина 7,6 саж. Грузопод'емность такого судна, при осадке 16 четв.=1,33 саж., будет равна около 250.000 пуд. Типовое судно в 50×7,5 саж. при осадке 16 четв. арш. будет поднимать до 220.000 п., при осадке же 10 четв. арш.—около 120.000 п.

Даже при осадке 10 четв. типовое судно, а следовательно, и шлюз 60×8 саж., вполне могли бы удовлетворить надолго грузооборот канала. Полагая предельным число шлюзований в сутки 40, из коих 20 уйдет на порожняк, идущий в обратном направлении, мы получим, что в течение 220 дней навигации будет пропущено 220×20=4.400 судов с грузом по 120.000 пуд., или всего *528 милл. пудов*, что значительно больше предполагаемого на первое время грузооборота. При увеличении последнего до 1 миллиарда пуд. аналогичным образом те же суда с осадкой 16 четв. вполне с ним справятся.

Таким образом, *шлюзы 60×8 с. надолго удовлетворят грузооборот водной магистрали.* Но, конечно, они представят некоторый тормоз к развитию размеров судов по системе, хотя тоже самое можно сказать и о шлюзах 75×9 саж., также непропускающих всего флота. Практические пределы размеров металлических судов пока еще неизвестны, вместе с тем применение сразу же шлюзов 75×9 саж. вызовет некоторое удорожание устройства водного пути и увеличение эксплоатационных расходов (на шлюзование судов).

Поэтому можно считать для Волго-Доно-Азовской водной магистрали рациональными шлюзы 60×8 саж., в дальнейшем же при развитии грузооборота и устройстве второй линии шлюзов размеры последних будут увеличены соответственно развившемуся к тому времени металлическому флоту. Глубина воды на королях шлюзов во всех случаях принята 1,60 саж., т. е. запас глубины под килем судна равен 0,27 саж.

Способы судоходства на канале предположены в виде буксировки судов в раздельном бьефе канала буксирными пароходами в густо шлюзованных частях в виде электрической тяги, так что буксиры раздельного бьефа шлюзоваться не будут. По Дону предположена обычная буксировка судов.

Тяга на канале в целях лучшей организованности движения и достижения максимума пропускной способности системы, должна быть монопольной и находиться в руках Управления каналом.

Длина всего пути Сарепта на Волге—Ростов на Дону выразится в 578 верст, при чем этот путь будет пройден, примерно, в 4—6 суток (из них на канал приходится 1—1,5 суток), обратный путь вверх по течению займет до 6—8 суток.

Продолжительность навигации может быть установлена из следующих средних многолетних данных:

№№ пунктов	Пункты наблюдения	Период наблюдения	Вскрытие (число и месяц)	Продолжительность ледохода в днях		Замерзание (число и месяц)	Период	
				Весеннего	Осеннего		Между вскрыт. и замерз.	Фактическая навигац.
							д н и	
1	Ростов . .	1836—1917	19/III	12	15	13/XII	269	242
2	Калач . .	1865—1917	29/III	8	15	7/XII	253	230
3	Царицын .	1836—1917	7/IV	6	23	15/XII	253	214
4	Астрахань .	1804—1917	21/III	8	11	15/XII	268	249

Следовательно, средняя продолжительность навигации на Дону 230—242 дня, на Волге ниже Царицына 214—249 дней. Так как, судя по вскрытиям рек на водоразделе, надо ожидать, что канал вскроется даже ранее Дона, то можно считать, что, в среднем, длительность навигации по Волго-Доно-Азовской магистрали выразится в 230—240 дней. Эти средние цифры могут дать отклонения, примерно, в пределах 212—273 дня, точно так же, как и даты вскрытий и замерзаний. В наших подсчетах для осторожности длительность навигации определяется, в среднем, в 220 дней.

V. Проектные схемы канала и выбор наивыгоднейшей.

Базируясь на естественно-исторических условиях Волго-Донского водораздела в районе Сарепта—Калач, с одной стороны, и на основных заданиях водной магистрали, рассмотренных в предыдущих главах, с другой, перейдем к рассмотрению различных возможных схем канала по избранному направлению.

Исходными данными для проектов служат:

1) абсолютная отметка наинизшего горизонта воды р. Дона у места начала канала (х. Кумовской), которую мы принимаем равной +14,00 саж. Это будет наинизший горизонт воды после осуществления шлюзования р. Дона;

2) абсолютная отметка наивысшего горизонта воды +17,30 саж., зафиксированная в 1917 г., как наивысшая за последние 200 лет;

3) абсолютная отметка средне-низкого горизонта воды Волги —6,00 саж. (над уровнем Черного моря), в редкие годы она падает до —8,00 саж.;

4) абсолютная наивысшая отметка водораздела по направлению на Сарепту +39,90 саж. (у дер. Ивановки).

Разность уровней Дона и Волги, следовательно, достигает 20,00 саж.; высота водораздела над уровнем Дона около 26 саж., над Волгой—46 саж.

Весьма важным вопросом проекта канала является прежде всего его продольный профиль. Здесь может быть два основных варианта:

а) канал начинается от Дона на отметке 14,00 саж., или другой до 17,50 саж. и идет с ничтожным уклоном или горизонтально до Волги, где устраивается лестница шлюзов общим падением 14,00+6,00=20 саж. (открытый канал);

б) канал поднимается от Дона вверх на некоторую высоту помощью шлюзов и затем спускается вниз шлюзами же к Волге (шлюзованный канал).

Первый вариант легко разрешает вопросы питания канала и вода поступает самотеком из Дона, но он невыполним, так как требует выемок глубиною 20—28 саж. на значительном протяжении, осложненных, как показывают скважины №№ 120 и 43 (черт. № 6), наличием слоев плывунов, борьба с которыми потребует огромных средств и в эксплоатации представит чрезмерные трудности. Даже по облегченному варианту—открытому каналу, начинающемуся от Дона на отметке 17,50 саж. и идущему без шлюзов на Донской ветви, об'ем работ (см. ниже) достигает 19.312.000 куб. саж. и стоимость канала по грубым подсчетам обойдется не менее 95.000.000 руб.

Второй вариант более реален. В нем могут быть различаемы две идеи: 1) постепенный под'ем по руслу р. р. Карповки и далее Червленной а) или следуя уклону местности, помощью плотин, устанавливаемых в реках, или б) особым каналом с устройством шлюзов по мере под'ема местности и 2) под'ем близ Дона шлюзами сразу на высоту раздельного бьефа, затем длинный горизонтальный бьеф и шлюзованный спуск к Волге.

Первая идея была применена в проекте Л. Дрю (1887) и Щербатова и Лыжина (1906), но должна быть признана менее рациональной, чем вторая, ибо устройство бьефов путем „шлюзования“ Карповки и Червленной невозможно, в виду недостатка в этих реках воды и затопления больших площадей, а устройство особого канала, с сравнительно длинными промежуточными бьефами и недлинным водохранилищем невыгодно в отношении его питания механической перекачкой воды из Дона.

В тоже время идея (Н. П. Пузыревского) длинного водораздельного бьефа, в который накачивается вода из Дона и который служит прекрасным регулятором питания, имеет все преимущества и может быть осуществлена без особых затруднений, ввиду возможности сдвига трассы в любую сторону по склону долины р. р. Карповки и Червленной, где проходит канал.

Вариант с длинным раздельным бьефом требует тщательного определения основной величины—отметки (высоты) этого бьефа, так как от нее зависит количество шлюзов на канале, количество земляных работ и высота под'ема воды из Дона для механического питания канала. Необходимость последнего ныне не вызывает сомнений, это основной источник питания канала, все прочие ненадежны и могут быть используемы лишь частично.

Инж. Н. П. Пузыревский в своем проекте остановился на отметке раздельного бьефа 33,50 саж., проект 1917—1919 г.г. на отметке 32,00 саж., инж. Б. Н. Алексеев предложил 29,50 саж. Авторы этих проектов руководствовались различными соображениями и общего решения не было дано, тем более, что не принималась во внимание возможность поднять горизонт воды реки Дона у Кумовского—

Калача путем устройства плотины в месте выхода канала. Последнее обстоятельство ведет к уменьшению высоты перекачки воды и, следовательно, к уменьшению эксплоатационных расходов, в которых перекачка воды играет одну из главных ролей.

Исследование вопроса о наивыгоднейшей высоте раздельного бьефа канала и было произведено нами в общем случае, с учетом как первоначальных строительных расходов, так и последующих эксплоатационных. Вся довольно значительная техническая работа по этому вопросу (подсчеты, чертежи, схемы и пр.) была выполнена студентом Донского Политехнического Института, ныне водным инж. П. Н. Кораблиновым, который разрабатывал это задание под нашим руководством в своем дипломном проекте (1924 г.). Результаты этого исследования изложены ниже.

Пользуясь картой водораздела в горизонталях в масштабе 2 версты в 1″ (полученной с оригинала 4 версты в 1″), было протрассировано 5 вариантов продольного профиля канала с различными отметками *) раздельного бьефа: 32,00 саж., 30,00 саж., 27,00 саж., 23,00 саж. и 17,50 саж. по направлению х. Кумовской—Сарепта и столько же аналогичных вариантов по направлению х. Калач—Сарепта. Оба направления отличаются лишь местами выхода в Дон и тем, что в первом трасса идет по левому склону долины р. Карповки, а во втором по правому (см. вариант 8 на черт. № 2). До настоящего времени оба эти направления, поскольку известно, не сравнивались и было неясно, какому из них следует отдать предпочтение.

Подсчеты для всех вариантов производились в предположении трех горизонтов воды р. Дона: 14,00 саж. обычно принимаемого в качестве нормального после шлюзования, затем 16,00 саж., получаемого путем устройства плотины на Дону непосредственно ниже выхода канала в Дон или у х. Кумовского, или у х. Калача, и 17,50 саж., получаемого тем же путем (наивысший возможный подпор на Дону, так как самый высокий горизонт за последние 200 лет у Калача был 17,27 саж.).

Для всех этих вариантов были составлены продольные профили и подсчитаны количества и стоимости в довоенных ценах тех работ и сооружений, которые зависят, главным образом, от положения раздельного бьефа и горизонта воды на Дону: земляные работы, шлюзы, искусственные сооружения, насосная станция, трубопровод, плотина, шлюз и гидро-электрическая станция на Дону.

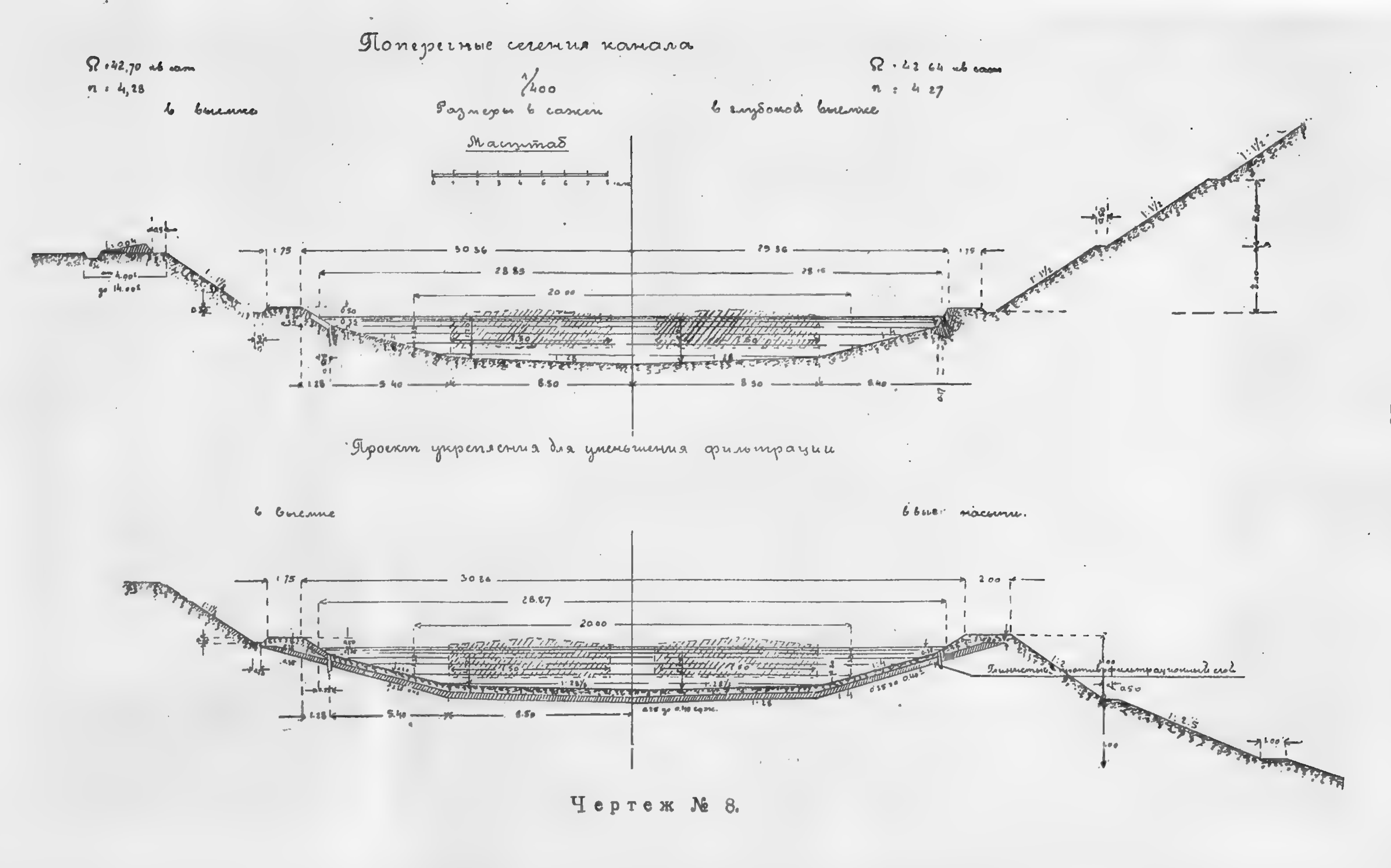
Те работы и сооружения, которые почти одинаковы для всех вариантов, напр., укрепление откосов, гражданские сооружения, тяга и проч., не принимались во внимание при сравнении, так как при выборе наиболее выгодной схемы они не играют заметной роли.

Таким образом, были подсчитаны:

1) Земляные работы: а) на водораздельном участке между его крайними шлюзами; б) на спуске к Волге и в) на спуске к Дону по построенным в масштабе 2 версты в одном дюйме профилям, пользуясь графоаналитическим методом и приняв поперечное сечение канала таким же, как в проекте 1919 г. (см. черт. № 8).

---

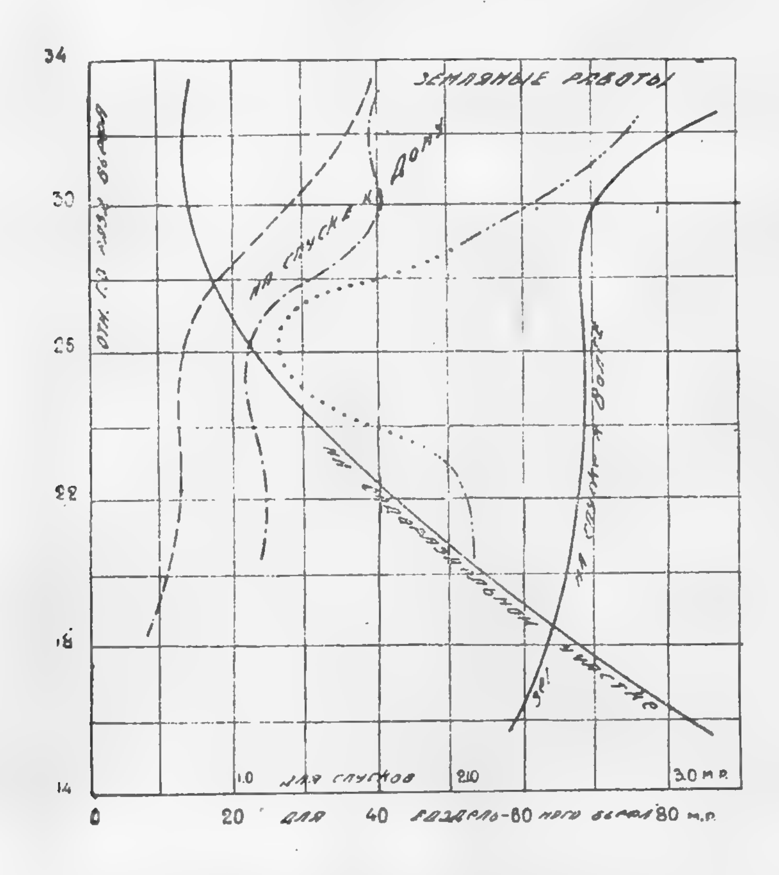
*) Все отметки над уровнем Черного моря.


Поперечные сечения канала
Ω = 42,70 кв саж
n = 4,28
в выемке
1/400
Размеры в сажен
Масштаб
Ω = 42 64 кв саж
n = 4 27
в глубокой выемке
30 36
29 36
28 85
28 16
20 00
1 75
1.28
5.40
8.50
Проект укрепления для уменьшения фильтрации
в выемке
в выс. насыпи
30 36
28.87
20.00
2 00
Глинистый противофильтрационный слой
1:2.5

Чертеж № 8.

По средней довоенной валовой стоимости 1 куб. саж. земляных работ 4 руб. (в условиях работы на канале) были определены для разных вариантов стоимости земляных работ, сведенные в ниженамечаемой таблице и изображенные в виде кривых (см. черт. № 9)*), в зависимости от высоты раздельного бьефа.


Чертеж № 9.



Кривые зависимости стоимости земляных работ от отметки раздельного бьефа.

Кривая земляных работ для раздельного бьефа представляет плавную изогнутую линию. Но кривые для спуска к Волге и Дону имеют перегибы, вызванные изменениями трассы в плане, особенно резкими на Донском спуске, в виду изменения отметок конечного участка. Насколько близки вычисленные таким путем об'емы работ к действительности, показывает сравнение их с другими проектами, основанными на более точной трассировке и детальных подсчетах (при одинаковых, примерно, поперечных сечениях канала):

*) На всех последующих чертежах, кроме кривых полной стоимости вариантов, приведены в целях экономии места лишь кривые по одному варианту—Кумовскому. Кривые, относящиеся к варианту, когда на Дону принят горизонт воды 17,50 саж., изображены точками; при горизонте воды 16,00 саж.—черточками с одной точкой; при горизонте воды 14,00 саж.—черточками с двумя точками.

№№ по порядку	Отметки раздельнодо бьефа	Об‘емы земляных работ в тыс. куб. саж. по проектам				
		Пузыревского 1911 г.	Упр. В.В.П. и ГКГС 1918 г.	Моргуненкова 1920 г.	Алексеева 1920 г.	Сев.-Кав. Исп. 1924 г.
1	33,50	3.435	—	—	—	3.600*)
2	32,00	—	3.585	—	—	3.650
3	29,50	—	—	—	8.932**)	4.020
4	19,00	—	—	15.634	—	16.700
5	17,00	—	—	19.314	—	20.500

2) Шлюзы приняты размером 60 × 8 × 1,70 саж. Для каждого варианта они размещались на продольном профиле, определялось число их и напор на каждый шлюз, исходя из положения, чтобы напоры были близки к 4,0 саж. (при подсчетах в прежних проектах напор этот получался, вообще, наиболее выгодным). Подсчет стоимости шлюзов производился помощью кривой зависимости стоимости шлюза 60 × 8 × 1,70 саж. от напора воды. Последняя была построена, исходя из кривых зависимости элементов шлюза (стен, голов, флютбета, ворот и пр.) от напора, приведенных в проекте Камско-Иртышского водн. пути***) и перестроенных для шлюзов наших размеров, принятых двухкамерными со сберегательными бассейнами (60% сбережения). На основании этих подсчетов построены кривые стоимости шлюзов для всех вариантов (черт. № 10).

3) Искусственные сооружения при пересечении канала с реками, оврагами, ручьями и путями сообщения состоят из, так называемых, мелких сооружений: лотков, водосливов, дюкеров, сифонов, труб и более значительных: мостов дорожных и судоходных. Стоимость первых была детально подсчитана инж. Б. Е. Веденеевым (в проекте канала 1919 г.) для варианта с отметкой 32,00 саж. и выразилась в сумме 1.061.000 р. В виду незначительности суммы по отношению к стоимости канала для подсчета изменения ее в связи с изменением отметки раздельного бьефа, было принято общее положение, что так как с понижением бьефа водосборная площадь мелких сооружений увеличивается, то стоимость их должна также увеличиваться. Так, для отметки разд. бьефа 17,50 саж. это увеличение достигает 10%.

Для исчисления стоимости крупных сооружений—дорожных и судоходных мостов, перестройки профилей, пересекаемых железных дорог, приходилось руководствоваться стоимостями этих сооружений в проекте инж. Пузыревского и др., с соответствующими поправками в каждом варианте, а также исчислениями веса мостов по эмпирическим формулам. В результате этих подсчетов получена кривая зависимость стоимости искусственных сооружений от высоты раздельного бьефа (черт. № 10). Возможные погрешности при таком способе подсчета стоимости, между прочим, не имеют значения, в виду малой роли, которую играет стоимость искусственных сооружений в общей смете всего канала.

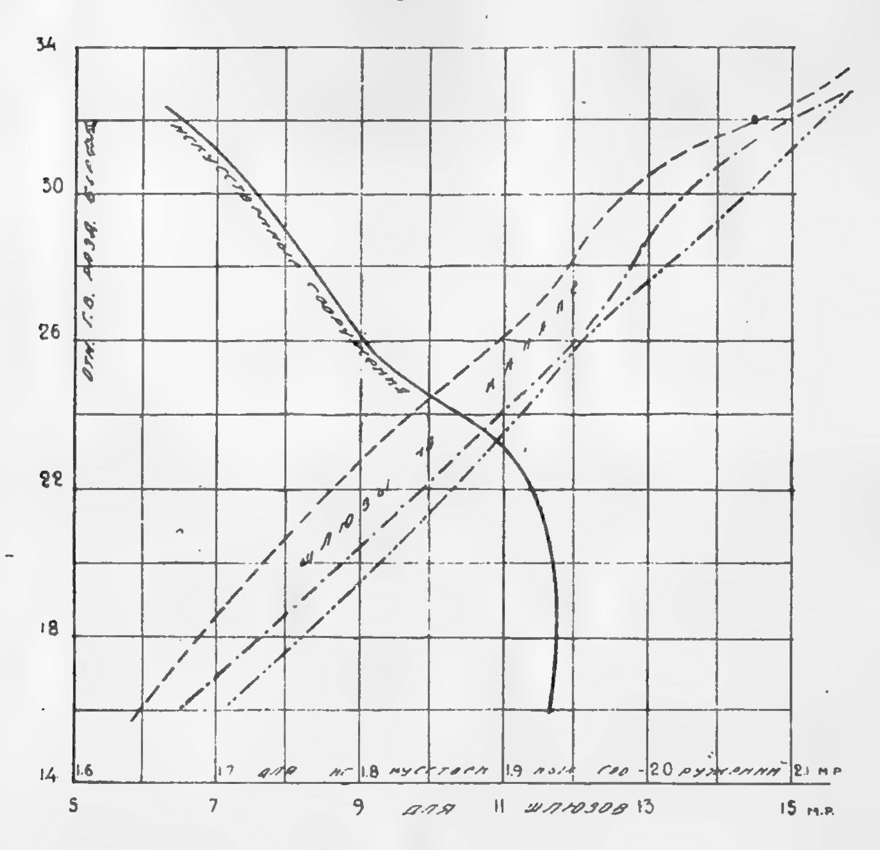
---

*) При отметке 32,50.

**) При площади жив. сечения и ширине канала в 1,5 раза больше общепринятой.

***) Материалы для описания русских рек. Вып. 63. Проект водного пути между Камой и Иртышем. Отд. III. Часть II. *А. С. Аксамитный*, Шлюзы. СПБ. 1915 г.

Чертеж № 10.



Кривые зависимости стоимости шлюзов и искусствен. сооруж. от отметки раздельн. бьефа.

4) Перекачка воды из реки Дона, являющаяся основным методом питания канала, осуществляется устройством центральной насосной станции на Донском спуске, подающей воду трубопроводом непосредственно в раздельный бьеф, откуда она расходуется на покрытие всех потерь в канале. Последние приняты близкими к максимальным—90 мм. в сутки на фильтрацию, испарение и пр. помимо расхода на шлюзование (как на новых германских каналах), или около 590 куб. саж. в сутки на одну версту канала. Потери же на шлюзование исчислялись каждый раз отдельно в зависимости от напора шлюзов. Подсчитанные для всех вариантов секундные расходы перекачиваемой воды колеблются от 7,81 м/сек. до 9,14 м/сек. (от 14 милл. до 17 милл. куб. саж. в навигацию). Получение такого количества воды на водоразделе из рек, ручьев, балок и прочих водоемов невозможно, поэтому перекачка воды из Дона всюду принята, как единственный источник питания. Фактически расходы воды, вероятно, окажутся меньше, кроме того, не исключено частичное использование водохранилищ, поэтому стоимость перекачки исчислена скорее с преувеличением, нежели с преуменьшением.

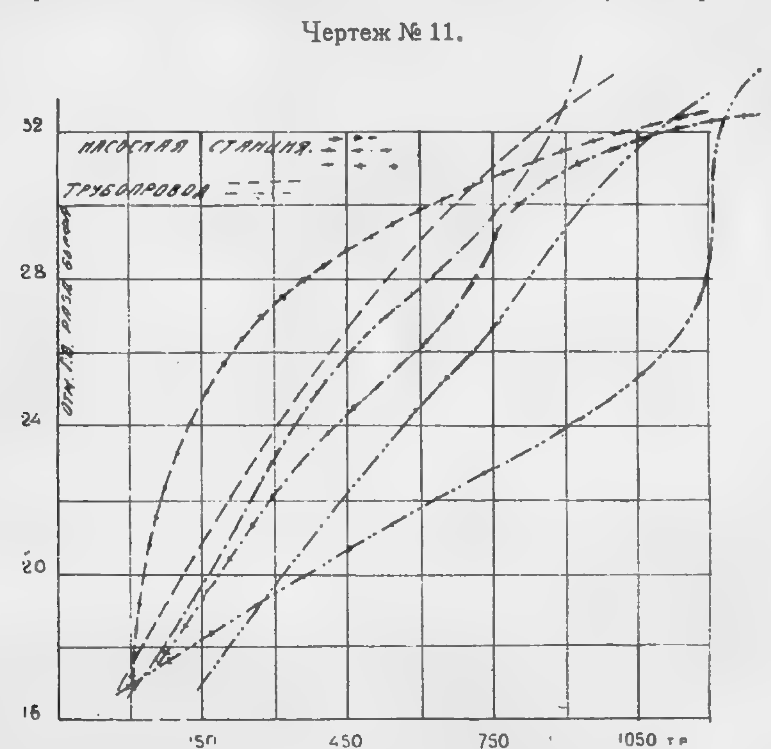
Исходя из высоты перекачки воды, подсчитаны диаметры трубопроводов и мощность насосов, а отсюда—стоимость устройства их и здания станции.

При принятых довоенных ценах металла в деле 6 руб. за пуд земляных работ на один погонный метр трубопровода — 24 рубля, устройство основания—16 руб.*) на один погонный метр и проч., получены кривые стоимости трубопровода.

*) Приняты по соображению с расчетами, приведенными в эскизном проекте инж. Б. Н. Алексеева (рукопись).

Стоимость паровых турбин и насосов взята в 110 руб. и стоимость здания станции в 15 руб. на одну лош. сил. (как, например, в проекте шлюзования Днепра в варианте Киевского Округа Путей Сообщения, также по данным Правдзика и др.) и на основании этого составлены кривые стоимости насосной станции (см. черт. № 11).

Чертеж № 11.



Кривые стоимости насосной станции и трубопровода в зависимости от отметки раздельного бьефа.

Максимальная стоимость при отметке разд. бьефа 32,00 саж.: трубопровода—1.765.000 рублей, здания станции—136.000 рублей и механического оборудования (7.250 HP, а с запасом — 9.070 HP) — 1.000.000 руб. Минимальная стоимость равна нулю в варианте открытого канала, когда никакой перекачки не требуется.

5) С о о р у ж е н и я н а Д о н у состоят из плотины обвалования левого низменного берега Дона, судоходного шлюза и гидроэлектрической станции. Для подсчета стоимости этих сооружений были составлены эскизные проекты для подпорных отметок горизонта воды Дона 16,00 саж. и 17,50 саж. (при отметке 14,00 саж. никаких сооружений на Дону нет). При этом была учтена добавочная работа по обвалованию левого берега реки Дона, особенно большая для второго случая. Обвалование являлось более выгодным, чем отчуждение земель под затопление площади около 3.750 дес. в первом и 22.100 дес. во втором случае (по грубым подсчетам при средней отметке берегов у плотины около 16,00 саж. и средней ширине затопляемой площади 2—4 вер.), так как стоимость обвалования в соответственных случаях выражалась бы в 30.000 руб. и 1.200.000 руб., т. е. от 10 до 54 руб. на десятину, что значительно дешевле стоимости отчуждения пойменных земель.

Стоимость однокамерного шлюза на Дону с теми же размерами камеры, что и на канале, подсчитана способом, аналогичным вышеприведенному для шлюзов на канале.

Плотина принята разборчатого типа со щитами Stoney'я, наиболее удобными в данном случае при больших пролетах (16 метров) и

большой высоте затворов (до 12 метров), необходимости держать подпор зимой и проч. Основные размеры и данные приведены в нижеследующей таблице:

Отметка подпорного горизонта воды в саженях	Общее отверстие в метрах	Щиты: Число их	Щиты: Размер в свету в метрах	Щиты: Вес в тоннах	Вес противовесов в тоннах	Вес мостик. и проч. в тоннах	Об'ем бетона в куб. саж.: в быках и устоях	Об'ем бетона в куб. саж.: в флютбет	Общая стоимость в рублях	Примечание
16,00	213	12	17,50 X 8,95	580	450	93	904	1.450	960.000	Стоимость 1 тонны железа в деле 366 рублей, тоже чугуна для противовесов 153 рубля Бетон.— 200 рублей 1 кубическ. сажень.
17,50	213	12	17,5 X 11,7	715	572	97	1.199	1 500	1.110.000	

Следует отметить, что в вопросе о плотине и об обваловании сделаны некоторые допущения в величине расчетного максимального расхода (около 1000 куб. саж.) и в дальности распространения подпора (около 60 вер.), в виду отсутствия соответствующих гидрометрических данных и с'емочных материалов на Дону выше Калача. Предыдущими изысканиями вариант этот, появившийся лишь в последние годы, совершенно не учитывался. Вследствие этого возможно, что в этой части подсчетов имеются некоторые преуменьшения, несущественные, однако, в достаточной мере для делаемых общих выводов.

Устройство силовой станции на Дону в начале имело в виду обеспечение энергией канала для перекачки воды в раздельный бьеф, тяги судов, освещения и проч. Но по рассмотрении графиков колебания горизонта воды реки Дона выяснилось, что для варианта с подпорной отметкой в 16,00 саж. в средний (фиктивный за 1881—1910 г.г.) год в течение 40 дней напор будет падать более, чем на 30% (с 2 до 1,35 саж.) и требуемая мощность не сможет быть гарантирована, а 28 дней из них станция совершенно не будет работать. Период прекращения работы соответствует концу марта—апрелю—началу мая, т. е. периоду самой интенсивной работы канала. В отдельные годы прекращение работы станции может иметь место до 2—2,5 месяцев. Для варианта с подпорной отметкой 17,50 саж. силовая станция не даст гарантированной мощности в течение 28 дней в средний год, (падение напора с 3,5 саж. до 2,34 саж.), полного же прекращения работы гидро-установки не будет.

Поэтому в дальнейшем мы отказались строить энергетическое хозяйство канала на основе гидро-электрической энергии, получаемой с Дона, по крайней мере, пока для удобства предварительных расчетов. Эта энергия может быть продана или на нужды мелиорации в окрестных полузасушливых районах, нуждающихся в таковой, или же в г. Царицын, находящийся в 70 верстах от станции,—центр с большой промышленной и транспортной нагрузкой. Необходимый в последнем случае тепловой резерв может быть легко получен путем

утилизации отбросов лесопильного производства, развитого под Царицыном, или же работа станции будет комбинирована с работой других тепловых станций г. Царицына. Конечно, при наличии резерва станция может легко обслуживать и нужды канала, по своей мощности полностью их покрывая.

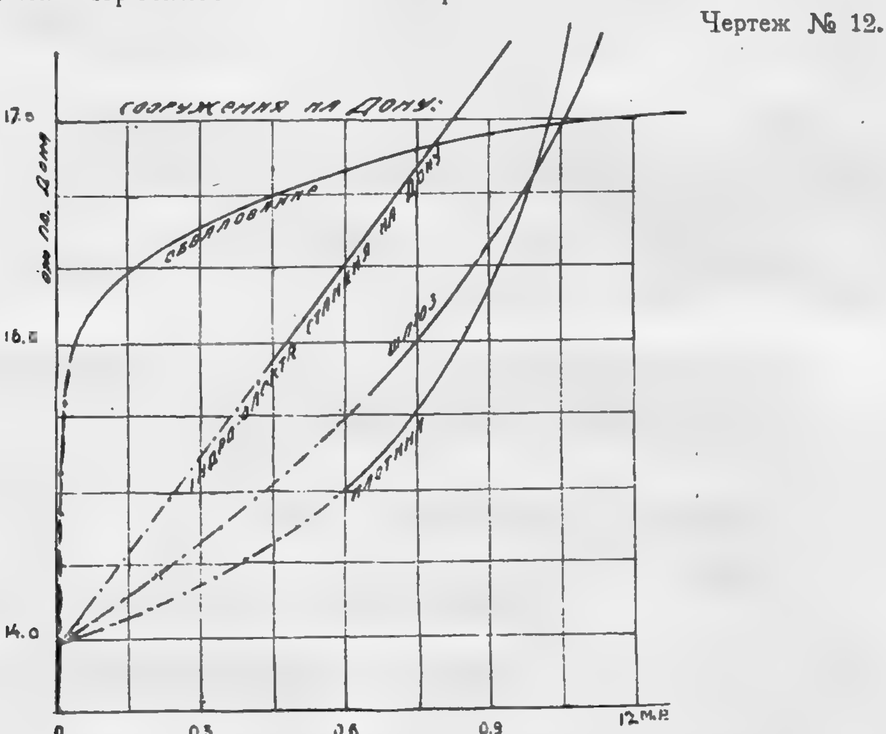
Стоимость станций и оборудования их подсчитана по данным практики и аналогичных проектов (шлюзование Днепровских порогов, данные, приведенные в книге Б. Е. Веденеева: „Гидро-электрические силовые установки“ и др.), при чем на 1 НР мощности принята стоимость здания станции—20 руб., оборудования—90 руб., всего 110 р., а для варианта с напором 3,5 саж. (отм. 17,50)—105 руб.

Все эти данные сведены в следующую таблицу:

Подпорный горизонт воды Дона в саж.	Напор установки в саж.	Мощность в лошад. силах	Число дней работы в средний год.	Количество отпускаемых сил-час. максимум	Стоимость устройства станции Руб.	Примечание
16,00	2,00	4.270	325	31.200.000	470 000	Сюда, конечно, не входит стоимость плотины и др. гидротехн. сооружений
17,50	3,50	7.470	337	56.100.000	784.000	

Все сооружения на Дону от высоты раздельного бьефа не зависят и графически их стоимость выразилась бы прямыми, параллельными оси ординат (высоте раздельного бьефа). Поэтому на черт. № 12 изображена зависимость стоимости этих сооружений от подпорной отметки плотины на Дону. Кривые эти не претендуют на особую точность, так как строились только по трем точкам.

Чертеж № 12.



Кривые зависимости стоимости сооружений на Дону в начале канала от подпорной отметки плотины (отм. начального бьефа канала).

Все полученные строительные стоимости отдельных сооружений по каналу (чер. № 9—12) суммированы в 6 кривых, „полной строительной стоимости, зависящей от высоты раздельного бьефа для трех горизонтов воды на Дону 14,00, 16,00 и 17,50 с. и двух вариантов направления канала—Калачевского и Кумовского (на черт. № 13 представлены кривые только Кумовского варианта). (См. чертеж на странице № 13).

Но учет одних строительных расходов не дает еще полной экономической картины всего предприятия, так как при малой строительной стоимости эксплоатационные расходы могут быть столь велики, что сооружение или предприятие может стать экономически мало выгодным.

Для правильного учета экономики необходимо сопоставить как первоначальное строительство, так и эксплоатационные расходы и возможные доходы. Сопоставление это приходится делать, приводя периодические затраты к единовременным, т. е. капитализируя их. Капитализированные эксплоатационные расходы и доходы, будучи соответственно прибавлены, или вычтены, покажут условный экономический эффект того или иного строительного варианта.

Подобная работа и проделана в отношении рассматриваемых вариантов Волго-Донского канала. Подсчитанные по отдельным видам работ эксплоатационные расходы или доходы капитализировались из 5% годовых для разных вариантов и строились графики зависимости их от отметки раздельных бьефов.

Результаты подсчетов приведены в нижепомещаемых таблицах, а также графиках (чертежи № 14—16). Эксплоатационные расходы подсчитанны по наиболее важным и ответственным сооружениям, требующим постоянного штата и для тех случаев, когда эти расходы существенно изменяются в зависимости от принятой отметки раздельного бьефа, т. е. опять таки для части сооружений.

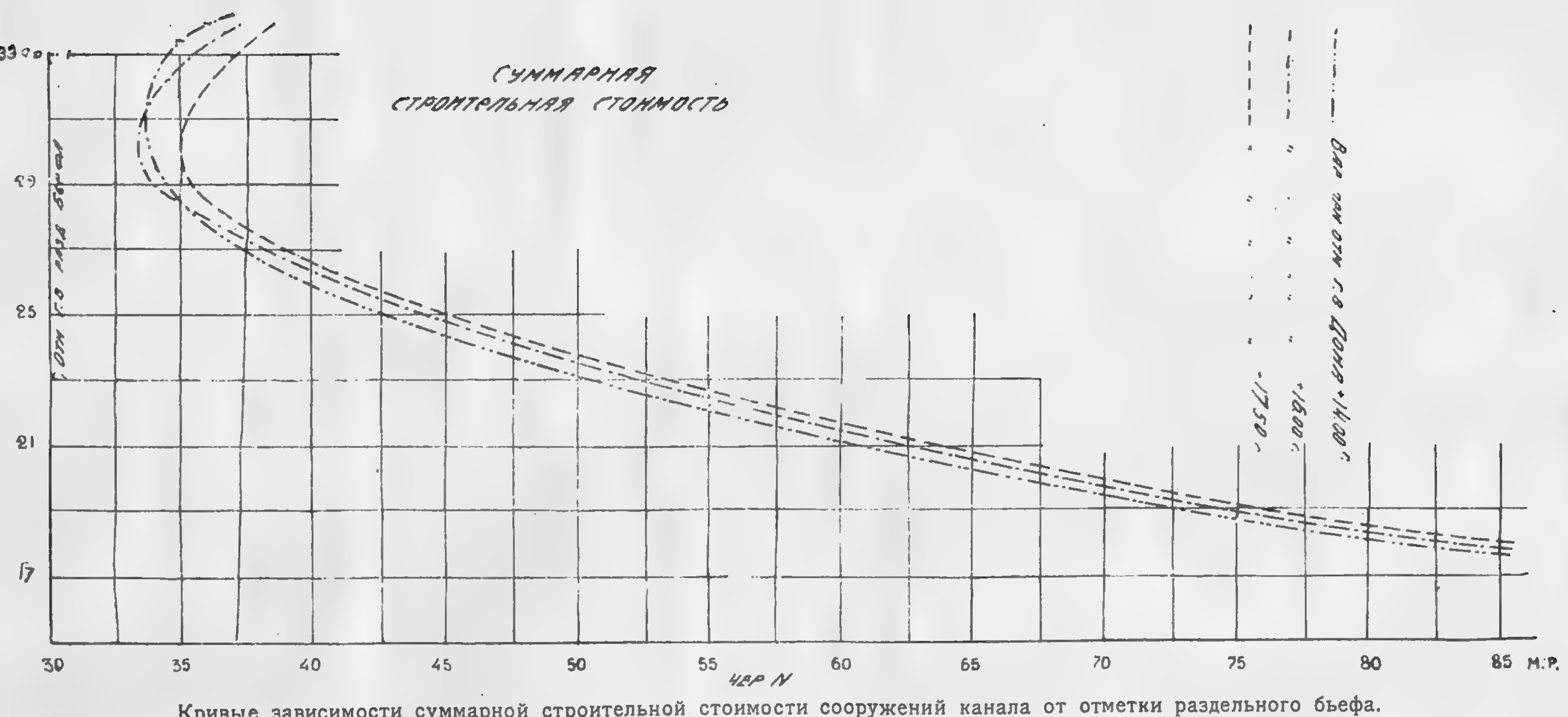
Ниже мы приводим цифры и методы, легшие в основу подсчетов эксплоатационных расходов по шлюзам, перекачке воды, по плотине и гидро-электрической силовой станции на Дону:

1) Эксплоатационные расходы по шлюзам (черт. № 14) приняты в следующих цифрах:

а) обслуживание (штат) . . .	1%	от стоимости	шлюзов;
б) % на капитал и погашение его	6%	„	„
в) амортизация сооружений .	0,6%	„	„
г) ремонт и проч.	1%	„	„
Итого . .	8,6%	от стоимости	шлюзов.

д) расход на энергию для управления шлюзов (ворота, щиты и пр.) определялся из расчета по 26 НР на шлюз, при стоимости

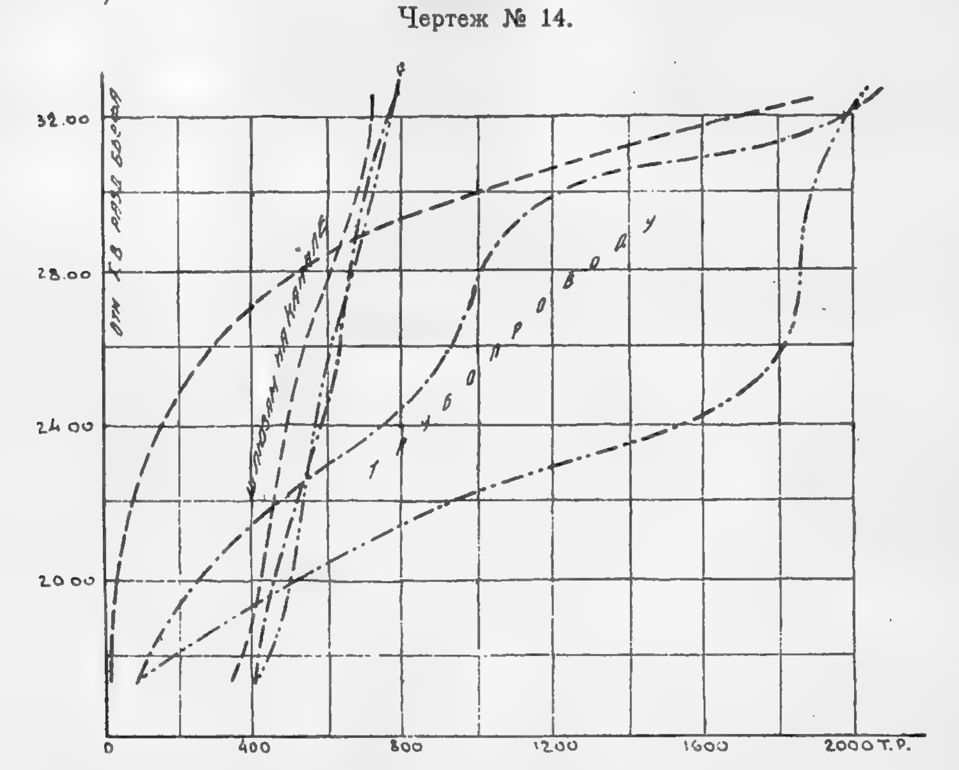
Чертеж № 13.



Кривые зависимости суммарной строительной стоимости сооружений канала от отметки раздельного бьефа.

1 силы-часа 1,5 коп. и работе 210 дней по 24 часа (на шлюз напором 4 саж.).

Чертеж № 14.



Кривые капитализированных расходов по шлюзам канала и трубопроводу насосной станции.

2) Расходы по перекачке воды складываются из:

А) расходов по насосной станции (черт. № 15):

а) топлива, смазки и чистки машин—0,94 коп. на 1 НР — час (1 пуд угля—15 коп., на 1 НР—час—1 кгр. угля), мощность машин подсчитана выше;

б) содержание зданий . . . 1% от первоначальн. стоим.

в) содержание оборудования 2,5% „ „

г) амортизация . . . . . . 7,9% „ „

д) % на капитал и погашение 6% „ „

е) содержание личного состава—0,014 коп. на силу-час.

Б) Расходов по трубопроводу (черт. № 14):

а) амортизация . . . . . 1% от стоимости трубопровода;

б) % на капитал и погашение . . . . 6% „ „

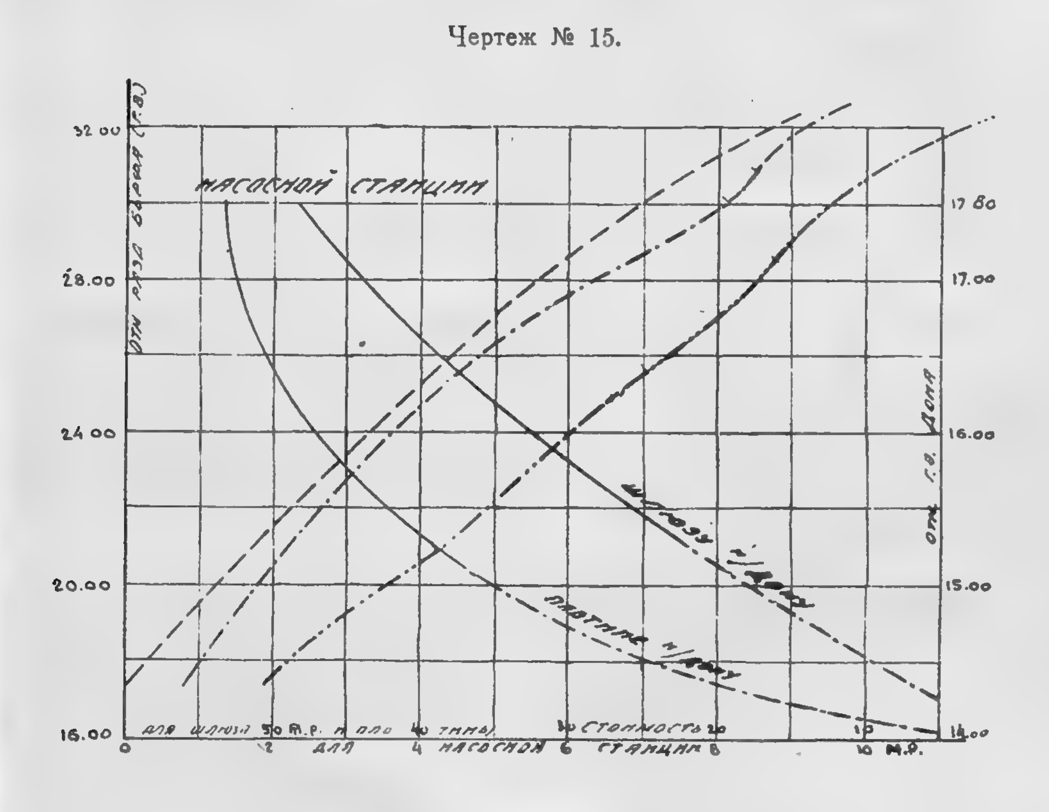
в) личный состав, ремонт и проч. . . . . . . 1% „ „

При расчетах принималась длительность навигации 220 дней, а запас времени на наполнение канала и пр. 20 дней, всего 240 дней полной нагрузки станции.

3) Эксплоатационные расходы по шлюзу на Дону считались аналогично шлюзам на канале, но только за исходную сумму принималось 50% строительной стоимости шлюза, полагая, что

вторые 50% должны лечь на обслуживаемое шлюзом донское судоходство вышележащего и отчасти нижележащего плесов (график на чертеже № 15).

Чертеж № 15.



Кривые капитализированных расходов по насосной станции, шлюзу и плотине на Дону, в зависимости от высоты раздельного бьефа.

4) Эксплоатационные расходы по плотине на Дону считались, также исходя из половины стоимости плотины (по тем же соображениям, что и в предыдущем случае), при чем принято:

а) содержание штата . . .	1,5%	от строительной	стоимости
б) амортизация	1%	„	„
в) ремонт и проч. расходы .	1%	„	„
г) % на капитал и погашение . . . . ,	6%	„	„
	9,5%	„	„

5) Эксплоатационные расходы по силовой станции подсчитаны обычным путем (см. „Шлюзование Днепровских порогов“, „Гидр. силовые станции“ Б. Е. Веденеева и др.):

а) содержание личного состава 0,02 коп. на 1 отпущенную силу-час;

б) ремонт и содержание оборудования 2,5% от первоначальной стоимости;

в) смазка и чистка машин 0,03 коп. на 1 силу-час;

г) содержание здания станции 1% от ее стоимости;

д) амортизация турбо-генераторов 3% от их стоимости;

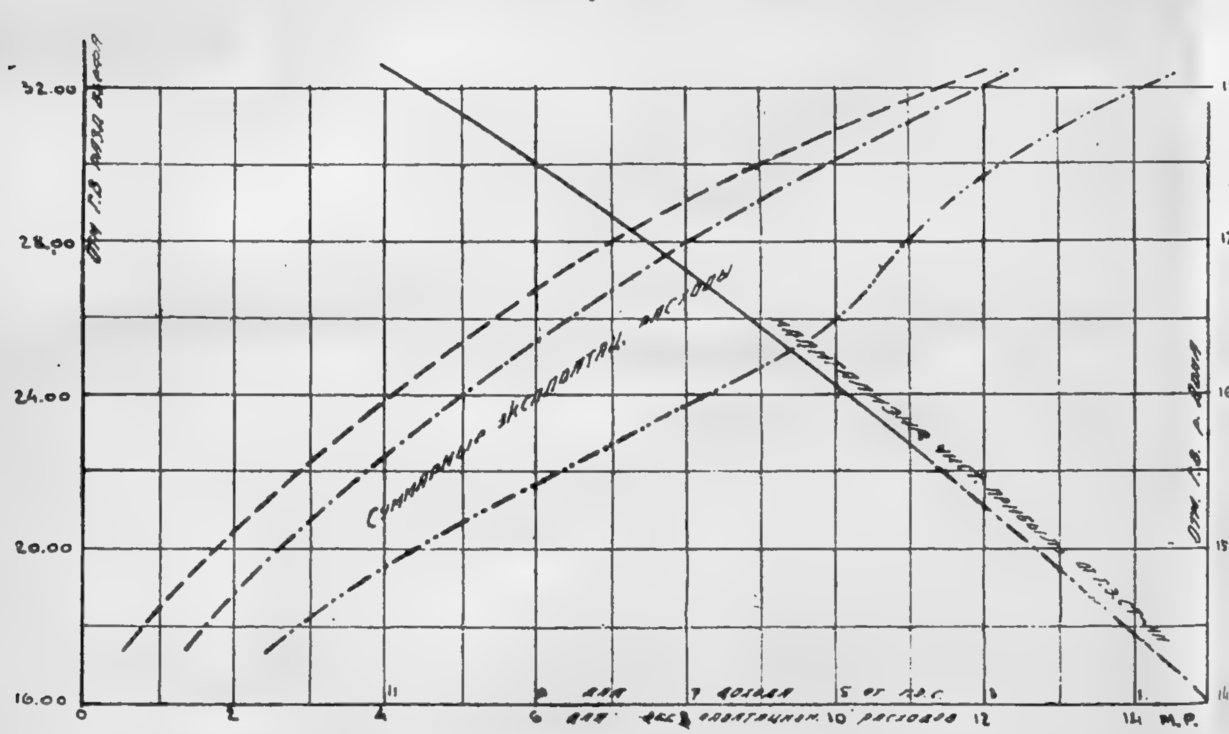
е) % на капитал и погашение 6% от ее стоимости.

Себестоимость одной силы-часа выражается при полной загрузке станции в 0,20—0,21 коп., при загрузке в 50% в 0,40—0,42 коп.

Продажная стоимость гидро-электрической энергии намечена 2 коп за силу-час, при которых она все же дешевле тепловой, почему чистая прибыль выразится в сумме 1,58 к.—1,60 к. за силу-час. Капитализируя эту прибыль из 5%, получим суммы, на которые могут быть уменьшены первоначальные затраты и капитализированные расходы по каналу.

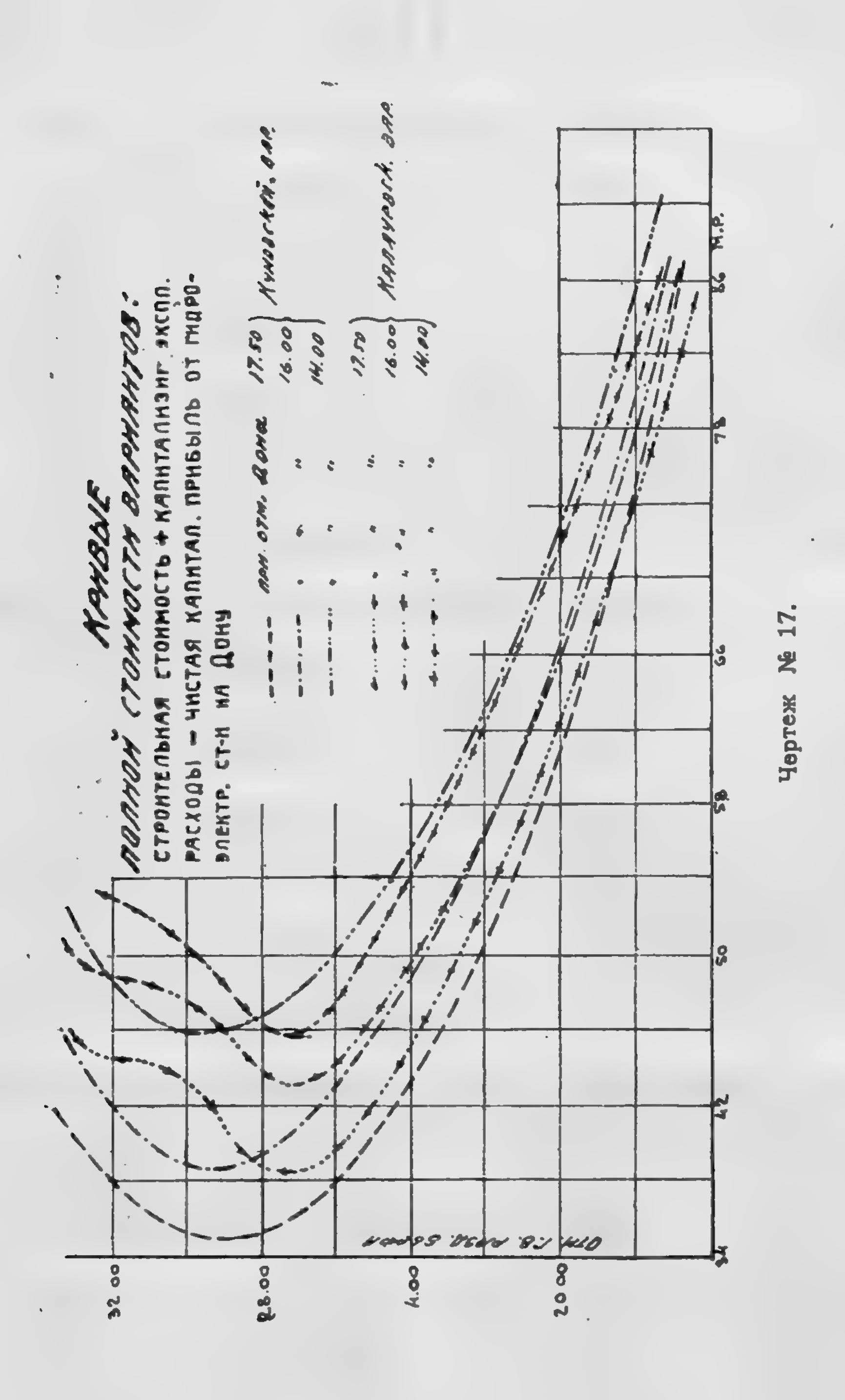
Касаясь кривых эксплоатационных расходов и доходов сооружений по Дону, следует привести то же замечание, что и относительно кривых строительной стоимости. Они зависят от подпорного горизонта донской плотины, а не от высоты раздельного бьефа (черт. № 15 и 16).

Чертеж № 16.



Кривые капитализированных эксплоатационных расходов и доходов по гидро-электрической станции и суммарные.

Суммируя строительную стоимость и капитализируя эксплоатационные расходы и вычитая доходы, и скидывая отдельные кривые, построенные для элементов сооружения канала, получим 6 результативных кривых (черт. № 17) по 3 для каждого направления Калачевского и Кумовского.



Чертеж № 17.

Сводная таблица

по Кумовскому

№№ по порядку	Отметки		Длина канала в верстах	Строительная стоимость									
				На канале								На	
				Земляные работы									
	Гор. воды р. Дона.	Раздельного бьефа		Раздельный бьеф	Донской спуск	Волжск. спуск.	Искусств. сооружения	Шлюзы	Насосная станция	Трубопровод		Гидро-элект. силовая станция	Плотина
1	14,00	32	90,0	14.120	1.050	3.070	1.635	15.031	1.136	1·765		—	—
2		31	—	14.120	1.170	2.830	1.645	14.400	1.100	1.720		—	—
3		30	93,9	14.450	1.190	2.680	1.661	13 912	1.011	1.650		—	—
4		28,5	—	16.166	860	2.777	1.720	13 300	770	1.140		—	—
5		27	95,1	19.400	355	2.720	1.775	12.614	614	475		—	—
6		25	—	26.416	260	2.727	1.818	11.450	560	380		—	—
7		23	91,7	35.400	252	2.680	1.845	10 362	517	336		—	—
8		17,5	97,0	71.300	—	2.435	1.934	7.738	184	56		—	—
9	16,00	32	90,0	14.120	1.190	3.070	1.635	14.832	1.034	1.700		470	960
10		31	—	14.120	1.320	2.830	1.645	13.600	1.000	1.640		"	"
11		30	93,4	14.450	1.350	2.680	1.661	13 033	920	1.530		"	"
12		28,5	--	16.166	910	2.777	1.720	12.750	750	850		"	"
13		27	92,8	19.400	242	2.720	1.775	12.407	618	420		"	"
14		25	—	26.416	140	2.727	1.818	11.250	490	335		"	"
15		23	89,9	35.400	183	2.680	1.845	10.136	393	280		"	"
16		17,5	97,0	71.300	—	2.435	1.934	7.202	82	56		"	"
17	17,50	32	89,1	14.120	1.100	3.070	1.635	14.022	934	1.600		784	1.110
18		31	—	14.120	1.070	2 830	1.645	13.400	880	1.550		"	"
19		30	93,2	14.450	1·010	2.680	1.661	12.845	812	1.450		"	"
20		28,5	—	16.166	695	2.777	1.720	12.250	670	600		"	"
21		27,5	90,7	19.400	349	2.720	1.775	11 564	534	256		"	"
22		25	—	26.416	250	2.727	1.818	10 406	410	110		"	"
23		23	88,4	35.400	252	2 680	1.845	9.326	305	57		"	"
24		17,5	97,0	71.300	—	2.435	1.934	6.672	—	—		"	"

стоимостей вариантов
направлению.

(в тысяч. рублей)			Годичн. капитализирован. расходы (в тыс. руб.)						Годичный капитализирован. чистый доход от ГЭС тыс. руб. (С)	Сумма в тыс. руб. (А+Б+С)
Дону		Сумма (А)	На канале			На Дону		Сумма (Б)		
Шлюз	Обвалование		Шлюзы	Насосная станция	Трубопровод	Плотина 50%	Шлюз 50%			
—	—	37.807	776	11.850	2.820	—	—	15.446	—	53.253
—	—	36.985	745	11.350	2 760	—	—	14·855	—	51.840
—	—	36.554	720	10.650	2.640	—	—	14.010	—	50.564
—	—	36.733	685	8.000	1.620	—	—	10.305	—	47.038
—	—	37.953	656	6 530	760	—	—	7.946	—	45.899
—	—	43 611	610	6.000	580	—	—	7.190	—	50.801
—	—	51 392	557	5.525	540	—	—	6.622	—	58.014
—	—	83.647	412	1.980	90	—	—	2 482	—	86 129
747	30	39.788	775	10.750	2.720	46	32	14.323	4.925	49.186
„	„	38 362	735	10 350	2.635	„	„	13.798	„	47.245
„	„	37.831	705	9.650	2.440	„	„	12.873	„	45.779
„	„	38.130	675	7.750	1.300	„	„	9.803	„	43.008
„	„	39.789	655	6 520	680	„	„	7.933	„	42.797
„	„	45.383	610	5.250	470	„	„	6.408	„	47 866
„	„	53.124	552	4.200	440	„	„	5.270	„	53.469
„	„	85.216	405	880	90	„	„	1.453	„	81 744
1.113	1.200	40.688	720	9.700	2.560	53	48	13.081	9.000	44 769
„	„	39.702	690	9.250	2.480	„	„	12 521	„	43.223
„	„	39 115	660	8.520	2.320	„	„	11.601	„	41.716
„	„	39.085	620	6.950	1.010	„	„	8.671	„	38.756
„	„	40.805	596	5.700	400	„	„	6 797	„	38.602
„	„	46.338	546	4.450	180	„	„	5.271	„	42.609
„	„	54.072	478	3,270	90	„	„	3.939	„	49.011
„	„	86.548	356	—	—	[illegible]	[illegible]	4.57[illegible]	„	78.005

Сводная таблица

по Калачевскому

№№ по порядку	Отметки		Длина канала в верстах	Строительная стоимость								
				На канале							На	
				Земляные работы								
	Подп. гор. вод. р. Дона	Раздельный бьеф саж.		Раздельный бьеф	Донской спуск	Волжский спуск	Искусствен. сооружения	Шлюзы	Насосная станция	Трубопровод	Гидро-элек. силовая станция	Плотина
1		32	101,6	9.400	2.810	3.070	1.675	15.031	1.088	1 250	—	—
2		31	—	9.830	2.510	2.830	1.695	14.400	985	1.190	—	—
3		30	102,5	10.790	2 560	2.680	1.753	13.912	905	1.170	—	—
4	14,00	28,5	—	13.333	1 900	2.777	1.759	13.300	830	1 200	—	—
5		27	104,0	17.400	1.125	2.720	1.730	12.614	769	1.210	—	—
6		25	—	24.833	1.540	2.727	1.858	11.450	640	1.025	—	—
7		23	104,3	34.100	1.970	2 680	1.910	10 362	514	762	—	—
8		17,5	102,2	74.800	—	2.435	1.917	7 738	175	54	—	—
9		32	101,4	9.400	1.570	3.070	1.675	14.832	884	1.250	470	960
10		31	—	9.830	1.610	2 830	1.695	13.600	840	820	„	„
11		30	102,0	10.700	1.610	2.680	1.753	13.033	770	718	„	„
12	16,00	28,5	—	13.333	1.300	2.777	1.759	12.750	640	660	„	„
13		27	103,8	17.400	1.095	2.720	1.730	12.407	517	650	„	„
14		25	—	24.833	1.100	2.727	1.858	11.250	390	520	„	„
15		23	104,0	34 100	1.250	2.680	1.910	10.136	292	382	„	„
16		17,5	102,2	74 800	—	2.435	1 917	7.202	78	54	„	„
17		32	100,8	9.400	1.510	3.070	1.675	14 022	857	1.060	784	1.110
18		31	—	9.830	1 310	2.830	1.695	13.400	760	820	„	„
19		30	101,6	10.700	1.200	2.680	1.753	12 845	679	660	„	„
20	17,50	28,5	—	13.333	930	2.777	1.759	12 250	570	425	„	„
21		27	103,0	17.400	780	2 720	1.730	11.564	484	245	„	„
22		25	—	24.833	760	2.727	1.858	10.400	360	120	„	„
23		23	103,0	34.100	845	2.680	1.910	9.326	273	56	„	„
24		17,5	102,2	74.800	—	2.435	1.917	6.672	—	—	„	„

стоимостей вариантов

направлению.

(в тыс. рублей)			Годичные капитализир. расходы (в тыс. руб)						Годичный капитал. чист. доход от ГЭО (в тыс. руб.) (С)	Сумма в тыс р. (А+Б+С)
Дону			На канале			На Дону				
Шлюз	Обвалование	Сумма (А)	Шлюзы	Насосная станция	Трубопровод	Плотина 50%	Шлюз 50%	Сумма (Б)		
—	—	34 324	776	11.300	2.000	—	—	14.076	—	48.400
—	—	33.440	745	10 250	1.920	—	—	12.915	—	46.355
—	—	33.770	720	9.520	1 880	—	—	12 120	—	45.890
—	—	35.099	685	8.750	1.880	—	—	11 315	—	46.416
—	—	37.568	656	8.050	1.950	—	—	10 656	—	48.224
—	—	44.073	610	6.850	1.630	—	—	9.090	—	53.163
—	—	52.298	557	5.500	1.220	—	—	7.277	—	59.575
—	—	87.119	412	1.900	860	—	—	2.398	—	89.517
747	30	34.888	775	9.200	2.000	46	32	12.053	4.925	42.016
„	„	33.432	735	8.750	1.530	„	„	11.093	„	39.600
„	„	33.471	705	8.400	1.140	„	„	10.023	„	38.569
„	„	35.426	675	6.700	1.050	„	„	8 503	„	39.004
„	„	38.726	655	5.500	1.040	„	„	7.273	„	41.074
„	„	44.885	610	4.150	850	„	„	5.688	„	45.648
„	„	52.957	552	3.130	620	„	„	4.380	„	52.412
„	„	88.693	412	840	90	„	„	1.420	„	85.188
1.113	1.200	35.801	720	8.900	1.700	53	48	11.421	9.000	38.222
„	„	34.852	690	8.000	1.360	„	„	10.151	„	36.003
„	„	34.724	660	7.120	1.060	„	„	8.941	„	34.661
„	„	36.251	620	6.000	700	„	„	7.421	„	34.671
„	„	39.130	596	5 050	400	„	„	6.147	„	36.277
„	„	45.265	540	3.900	170	„	„	4.711	„	40.976
„	„	53.397	478	2.910	90	„	„	3.579	„	47.976
„	„	90.031	356	—	—	„	„	457	„	81.488

Из рассмотрения этих кривых, а также подробных таблиц стоимости вариантов, ясно прежде всего, что минимальная стоимость, не только строительная, но и полная, с учетом эксплоатационных расходов, кумовского варианта меньше таковой же для калачевского, который, таким образом, отпадает. Так, строительная стоимость (только сравниваемых работ) кумовского равна 33,3—34,6 милл. руб., калачевского варианта 36,40—38,8 милл. руб., полная минимальная стоимость кумовского 34,4—милл. руб., калачевского—38,2 милл. руб., при том же последний вариант вообще длиннее первого на 8—10 верст.

Следующий вывод заключается в том, что наиболее выгодной из схем головного сооружения на Дону является схема с устройством высокой плотины на Дону с подпором горизонта воды в 17,50 саж., при условии утилизации водной энергии. Если же считать лишь строительную стоимость, то устройство плотины на Дону выгодно лишь с меньшим подпором (16,00 саж.).

Наконец, в отношении отметки горизонта воды раздельного бьефа следует указать, что минимум полной стоимости 34,4 милл. р. приходится около отметки 29,00 саж., если же вести канал на отметке 28,00 саж., то получится удорожание на 0,6 милл. руб., на отметке 27,00 саж.—на 1,85 милл. руб., на отметке 26,00 саж.—3,90 милл. руб. Ряд соображений заставляет понизить возможно больше отметку раздельного бьефа: перекачка на меньшую высоту, возможность получить больше воды на самом водоразделе, вследствие низкого расположения раздельного бьефа, уменьшение числа шлюзов или их напора, следовательно, ускорение хода судов по каналу, общее укорочение канала, (на отметке 28,00 саж. до 2 верст), приближение к уровню грунтовых вод и уменьшение потерь на фильтрацию и проч.

Для понижения отметки раздельного бьефа дополнительные основания заключаются в том, что мы намеренно ухудшили условия расчета: преувеличили расход воды на питание, не принимали во внимание возможности повышения мощности Донской гидро-электрической станции путем суточного регулирования ее работы и проч. Все эти поправки сведут к нулю и без того малую разницу в стоимости, почему мы и предлагаем установить проектную отметку раздельного бьефа в 28,00 саж.

Большее понижение уже невыгодно, так как полная стоимость канала начинает быстро возрастать.

Произведенное выше исследование, несмотря на тщательность работы и подробные расчеты, изложенные здесь вкратце, не может, однако, претендовать на полную категоричность выводов. Для последней цели пришлось бы, как указано было и выше, произвести некоторые дополнительные полевые работы и проделать все подсчеты с еще большею детализацией, что возможно лишь при составлении (вернее, перед составлением) детального проекта и при наличии для этого достаточного технического аппарата; но думается, что каких либо значительных и резких изменений в наши выводы внесено не будет.

VI. Новый вариант Волго-Донского канала.

Пользуясь сделанным в предыдущей главе выводом, постараемся облечь реальными цифрами и более конкретно описать вариант, признанный нами наивыгоднейшим. Произведенные за последнее двадцатилетие изыскания и ряд составленных проектов, начиная с проекта Н. П. Пу-

зыревского, дают обширный материал, позволяющий обрисовать основные работы и сооружения на канале, вообще и в частности по предложенному последнему варианту.

Канал начинается на Дону против хут. Кумовского, непосредственно выше плотины с подпором до отметки 17,50 саж. и на этой отметке идет в валах высотою 1,00—2,00 саж., по пойме р. Дона на протяжении около 7 верст, постепенно вступая в более повышенные места начинающегося водораздела. Здесь лестницей из 3 двукамерных шлюзов, напором каждый по 3,50 саж. он поднимается на отметку 28,00 саж. (черт. № 2, и 5). На этом коротком (1,5 вер.) под'еме он проходит у шлюза № 2 судоходным мостом над линией Ю.-В. ж. д., а непосредственно за шлюзом № 3 на 10-й версте начинается длинный (70 верст) водораздельный бьеф.

В начале этого бьефа канал идет в полунасыпи, в полувыемке, а затем большею частью в выемке глубиною 1,00--2,00 саж., лишь с 55 версты углубляясь все больше и больше до 77 версты, где находится максимальная глубина выемки 13,90 саж.

На протяжении от 10 до 42 версты трасса канала идет по левому склону долины р. Карповки, затем поворачивает на юго-восток и до 35 версты идет по левому берегу р. Червленной. На 35 версте она врезается в дно этой реки и идет по самому пониженному месту ее до водораздельной точки у деревни Ивановки.

Отсюда начинается по балке Солянке и долине р. Сарпы спуск к Волге длиною около 18 верст, общим падением до 34—36 (при самых низких горизонтах воды) саж., преодолеваемым 8 двукамерными шлюзами напором по 4,25 саж. Шлюзы соединены в 2 группы-лестницы с короткими расстояниями между шлюзами. Длина разделяющего эти 2 группы бьефа равна около 8 верст.

Канал имеет общую длину 97,1 верст, идет прямолинейно с плавными закруглениями, радиусы их не были-бы менее 300 саж., и лишь в затруднительных случаях (на Волжском спуске) допускается уменьшение их до 150 саж.

Поперечное сечение канала (черт. № 8) имеет ложбинообразную форму, принятую в последнее время на иностранных каналах, как более выгодную, чем трапецоидальная. Число переломов поперечного профиля сокращено до минимума (5) в целях упрощения производства работ. Глубина канала по средине—2,00 саж., глубина на осадке 16 четв.=1,33 саж. доведена до 1,70 саж. Ширина канала по зеркалу воды равна 28,9 саж., на глубине осадки (1,33 саж.)—20,0 саж.

Площадь подводной части поперечного сечения канала Ω=42,7 кв. саж. и отношение ее к площади миделевого сечения типового судна $\omega=7{,}5\times1{,}33=9{,}98$ кв. саж. равно $n=\frac{\Omega}{\omega}=4{,}28$, что создает сравнительно благоприятные условия в отношении сопротивления движению судов в канале.

Выше нормального горизонта воды в канале на 0,5 саж. устроены бичевники по 1,75 саж. шириною. Прочие детали показаны на чертеже (черт. № 8).

В глубокой выемке часть водного откоса канала заменяется наклонной стенкой, что позволяет несколько уменьшить ширину канала по верху и с'экономить в земляных работах.

Откосы канала в пределах действия волнения укреплены мостовой на слое щебня. В местах, где ожидается значительная фильтрация пески, насыпи и пр.), запроектировано укрепление дна слоем плот-

ной глины толщиной 0,25—0,40 саж., прикрытой сверху обычным грунтом дна канала толщиной—0,30 саж.

В местах загруглений ширина канала увеличивается на 1—8 саж. в зависимости от радиусов закруглений.

Всех шлюзов—11, из них 3 падением по 3,50 саж. на Донском спуске и 8 по 4,25, саж.—на Волжском. Шлюзы проектируются бетонными, двукамерными, со сбережением 60% сливной призмы в сберегательных бассейнах. Размеры камеры 60×8 саж., глубина на короле 1,60 саж., что дает запас под килем судна на осадке 16 четв. 0,27 саж.

В шлюзах с напором 4,25 саж. применена, так называемая, стенка падения, что дает экономию в стоимости металлических ворот и отчасти затворов водопроводных галлерей. Последние в верхней голове могут быть цилиндрическими, в нижней—секторными, или щитовыми на катках.

Все управление шлюзом механизировано, ввод и вывод судна совершается с помощью шпилей или электровозов, как и буксировка их в коротком „раз'ездном" бьефе между шлюзами шлюзных лестниц.

Эти „раз'ездные" бьефы имеют длину 250—300 саж. и увеличенную против нормальной ширину для возможности прохода и разминования сразу трех судов.

Искусственные сооружения на канале состоят из: 1) железного моста Сев.-Кавк. ж. д. через канал у ст. Тундутово, близ д. Ивановки, отверстием—65 саж., 2) двух железобетонных мостов—каналов через линию Ю.-В. ж. д. на 9 версте, отверстием 8,20 саж., и через р. Карповку на 7 версте, отверстием 2,5 саж., 3) мелких сооружений: труб, лотков, водоспусков и пр., общим количеством до 30 сооружений.

Питание канала водой осуществляется насосной станцией, непосредственно подающей воду с отметки 17,50 с. в раздельный бьеф на высоту 10,5 саж. по стальному клепанному трубопроводу, диаметром 2,6 метр. Мощность станции—3.500 HP, двигатели—паровые турбины, работающие на угле и непосредственно соединенные с центробежными насосами. Секундный наибольший подаваемый в раздельный бьеф расход воды равен 8,2 куб. метр.

В целях понижения эксплоатационных расходов по перекачке воды в будущем предполагается использовать некоторые наиболее крупные водохранилища, могущие быть устроенными на водоразделе для частичного питания канала, если это будет экономически выгодно. Воды этих водохранилищ могут быть использованы и для мелиорации прилегающих земель.

Тяга судов должна быть сосредоточена в руках управления каналом для лучшей организованности движения, и будет производиться различными способами в водораздельном бьефе и в шлюзованных частях. Повидимому, применение обычной буксирной тяги в раздельном бьефе на первое время будет вполне рациональным. В будущем, при развитии грузооборота, станет, вероятно, более выгодным производить тягу с берега электровозами, для каковой цели послужит предусмотренный в поперечном сечении канала бичевник шириной 1,75 саж.

В шлюзованных частях тяга будет производиться электровозами трех-осными с усилием тяги на крюке до 4 тонн при скорости движения 4 клм. в час. Буксиры раздельного бьефа шлюзоваться не будут. Средняя скорость движения по каналу—4 клм. в час., время прохода всего канала около 30—32 час. и не более 1,5 суток.

Для обслуживания электрической тяги судов, шлюзовых механизмов, освещения канала дуговыми фонарями и пр. проектируется 3 электрических тепловых (дизель-моторы) станции общей мощностью около 3.100 НР.

Для помещения управления каналом, контор участков и дистанций, мастерских, станций, а также для жилья рабочих и служащих проектируется выстроить более 20 зданий различной емкости, общей площадью пола более 1.500 кв. саж.

Подробный перечень зданий, а также и др. дополнительных и разных работ по каналу (телефон и телеграф, регулирование водораздельных рек и проч.) приведен в нижепомещенной смете.

Сооружения на Дону были описаны в предыдущей главе: это плотина, напором 17,50—14,00—3,50 саж., того же напора шлюз двухкамерный без сбережения воды, бетонный, с теми же размерами камеры, что и на канале, гидро-электрическая станция мощностью 7470 НР и обвалование левого берега реки с необходимым укреплением берегов, выпусками воды и пр.

Силовая станция дает энергию в течение 10—11 месяцев, снижая свою мощность в остальные 1—2 месяца (весеннего половодья), когда она будет пополняться тепловым резервом. Энергия этой станции покрывает с избытком все потребности канала (около 6600—7000 НР), но вопрос о применении ее для канала, или для др. целей (мелиорация, нагрузка г. Царицына, Бекетовки и др.) пока не разрешен впредь до соответствующего обследования. Поэтому пока принято, что энергия эта будет продаваться на сторону по 2 коп. за 1 НР, и в смету канала включены тепловые станции для перекачки воды, движения электровозов, освещения и пр. Вместе с тем, в эксплоатационную смету введен доход от гидро-электрической станции. В устье канала на Дону предположено устроить порт, отчасти для возможных перегрузок грузов на воду с суши и обратно, а, главным образом, в целях зимовки и ремонта плавучих судов. В этом отношении предположено использовать имеющийся затон в х. Калаче.

На Волге для порта с аналогичными задачами мы имеем сравнительно благоприятные условия в виду наличия удобного Сарептского затона, расположенного при выходе канала в Волгу, но площадь порта здесь должна быть более значительной, главным образом, для леса, прибывающего по Волге сверху большими партиями. Работы по сооружению канала должны быть закончены в пятилетний срок; с каковой целью, а также для удешевления их, производство работ должно быть механизировано.

Земляные работы предположено производить экскаваторами, вывозку земли паровой тягой, для чего придется устроить временные ж.-д. пути. Последние также нужны и для подвозки строительных материалов.

Для обслуживания судоходства по каналу, движение по которому должно быть строго регламентировано и управление сосредоточено в руках администрации канала, предположено приобретение буксиров и служебных катеров.

VII. Строительная стоимость и эксплоатационные расходы по новому варианту.

Подсчет строительной стоимости Волго-Донского канала по новому варианту, а также эксплоатационных расходов, произведен в ценах современных (1925 г.) на основании технических данных проекта.

В виду того, что полный проект по данному варианту составлен не был, то при исчислении стоимости приходилось пользоваться в некоторых частях данными прежних проектов, главным образом, проекта инж. Н. П. Пузыревского и проекта 1919—21 г.г., составлявшегося под руководством инж. Е. В. Близняка. Таким образом, подсчеты эти носят характер предварительный, ориентировочный и нуждаются в некором уточнении. Уже после окончания этой работы выяснилась необходимость увеличить стоимость некоторых работ, других—уменьшить и т. д., но даже и при этом конечная цифра, может быть и случайно, оставалась, примерно, одной и той же.

Единичные расценки для работ и оборудования или получались по данным других проектов в довоенных ценах и затем переводились в современные, или получались непосредственно современные цифры путем справок от различных строительных и хозяйственных организаций Северо-Кавказского Края: Управления Сев.-Кавказских ж. д., СКОПС, государственных строительных контор (Севкавстроя и Кавгидростроя), Доно-Кубанского управления внутренних водных путей, Электробюро Сев.-Кавказа, представительства Машинотреста, отделения Электротреста Центрального Района (ЭТЦР), коммунальных предприятий г. Ростова и др. При этом все справки при сводке их корректировались еще, принимая во внимание район работ канала и его особенности, массовой характер работ и пр. условия. В графе примечаний, помещенной ниже сметы, показаны как методы подсчета, так и пр. пояснения.

На основании сопоставления современных цен, полученных нами и стоимости сооружений в этих ценах с довоенными, оказалось, что переводный („кон'юнктурный“) коэффициент по всей смете канала выражается цифрой 1,6, совпадающей, примерно, с коэффициентом, по которому работает в настоящее время тяжелая промышленность. В отдельных же случаях коэффициент этот несколько падает, в других, увеличивается, напр., в гражданских сооружениях—до 2,25.

А. Предварительная смета

на устройство Волго-Донского канала по варианту колония Сарепта на Волге—хут. Кумовской на Дону, при отметках горизонта воды раздельного бьефа Н=28,00 саж. и реки Дона Н=17,50 с.

(в ценах 1924—25 г.г.).

Наименование работ и сооружений.	Количество	По цене руб.	Сумма в тысячах руб.	Примечания.
А. Сооружения на канале.				
I. Канал (ложе).				Количество работ исчислено по проекту 25 г. Способ производства—экскаваторы, вывозка грунта паровой тягой, в расценке стоимости приняты во внимание амортизация капитала и проч. расходы. Цена 4 р. 50 к. согласована с данными СКОПС'а, Кавгидростр. и Севкавстроя.
1. Земляные работы:				
а) выемка . . . . . куб. с.	4137130	4,5	18600	
б) насыпь . . . . . „ „	318920	„	1435	
2. Укрепление откосов (внутренних, полуторных).				
а) одиночное мощение откосов . . . . . . кв. с.	80000	8,0	640	

Наименование работ и сооружений.	Количество	По цене руб.	Сумма в тысячах руб.	Примечания.
б) досчатое крепление (в 1 доску 12"×2 на ребро) пог. с.	93000			
дерева куб. ф.	123802	0,92	114	0,92 руб. цена 1 куб. фута пиленого леса для г. Ростова.
3. Противофильтрационные устройства.				
Слой 60 см. трамбованной глины . . . . . . кв. с.	1045000			Длина обделки- 40 в., дальность возки в среднем около 0,5 клм. Цена Кавгидростроя и Секавстроя.
куб. с.	293000	8,0	2350	
4. Отчуждение земель . десят.	2000	50,0	100	
Итого по п. I. .			23239	
II. Шлюзы.				
60×8×1,6 саж. каменные, со стенкой падения сбережением воды в 60%, механ. оборудованием, гражданскими сооружениями и пр.				Шлюзы в смете приняты каменными с облицовкой. Применение бетона не отразится существенно на общей смете. Подсчет количества работ исполнен по методу, предложенному в проекте Камско-Иртышского В. П, цены по СКОПС'у, Кавгидрострою., СКСтрою, Машинотресту и др.
1. На Донской ветви, напором по 3,50 саж. . . . шт.	3	—	5150	
2. На Вожской ветви, напором по 4,25 саж. . . . шт.	8	—	15050	
Итого по п. II .			20200	
III. Искусственные сооружения.				
1. Мост жел.-дор. металлич. отверст. 65 саж. . . . шт. (у ст. Тундутово С.-К. ж. д.)	1	—	425	По данным СКОПС'а.
2. Мосты судоходные, железо-бетонные, для двустороннего движения:				
а) через Ю.-В. ж. д. на 9 вер. отв 8,20 саж.	1	—	190	Данные Н. П Пузыревского, СКОПС'а, Кавгидростроя.
б) через р Карповку на 7 версте отв. 25. саж. .	1	—	440	
3. Трубы для пропуска атмосферных вод под каналом:				
а) круглые. . . . . шт.	8	—	72	Количество работ из пояснительной записки к проекту искусственных сооружений инж. Веденеева и Ястребовой.
б) прямоугольные. . шт.	4	—		
4. Лотки каменные для впуска в канал атм. вод. . шт.	14	—	103	
5. Водоспуски бетонные для опоражнивания канала. шт.	6	—	342	(Проект В. Д. канала 1919—1921 г.г.). Цены СКОПС'а, Кавгидрострою., Севкавстроя.
6. Нагорные канавы и перепады	—	—	495	

Наименование работ и сооружений.	Количество	По цене руб.	Сумма в тысячах руб.	Примечания.
7. Регулирование русел рек Сарпы, Червленной, Карповки и отвод последней в нижний бьеф р. Дона. Зем. раб. . . . . . куб. саж.	140000	4,5	630	Количество работ по инж. Веденееву и из проекта 1925 г.
Итого по п. III .			2.697	
IV. Сооружения для питания канала водой.				Расчетный расход 8,18 куб. метр. в сек., высота под'ема 28—17,5==10,5 саж. Цена на 1 HP по данным Машинотрест., СКОПС'а, прежних проектов и др.
1. Насосная станция (паротурбинная) мощностью в 3.500 HP, здание и полное механическое оборудование:				
а) здание	—	—	118	
б) машины	—	—	672	
2. Трубопровод (стальной клепаный) диам. 2,60 м. . . . . пог. метр.	1810	0,387	720	
Итого по п. IV .			1.510	
V. Гражданские сооружения.				
1. Дом для управления и начальника канала-двухэтажный (площадь полов 53 кв. саж.)	1	—	69	
2. Дома для начальников участков:				
а) Донского, пл. пола 48 кв. саж	1	—	42	Стоимости из проекта инж. Пузыревского с коэфф. удорожания для граждан. сооружений К=2,25.
б) Волжск., пл. пола 48 кв. саж.	1	—	37	
3. Дома для начальников дистанции:				
а) Донской ветви, пл. 40 кв. саж.	1	—	33	
б) Волжской ветви, пл. 40 кв. саж.	1	—	30	
4. Дома для пом. начальников дистанций:				
а) Донской ветви, пл. 40 кв. саж.	1	—	33	

Наименование работ и сооружений.	Количество	По цене руб.	Сумма в тысячах руб.	Примечания.
б) Волжск. ветви, пл. 40 кв. саж.	1	—	30	
5. Казармы для рабочих, пл. полов 26,3 кв. саж.:				
а) Донской ветви	1	—	23	
б) Волжской ветви	1	—	21	
6. Сторожевые будки, пл. 6,4 кв. саж.:				
а) Донской ветви	5	9.600	48	
б) Волжской ветви . . .	4	8.500	34	
7. Мастерские	—	—	225	
Итого по п. V .			625	
VI. Снабжение канала энергией.				
1. Электрические силовые станции для Электрической тяги, освещения, шлюзовых механизмов и ремонтных мастерских-дизельные, общей мощностью 3,100 киловат:				Стоимость исчислена на единицу мощности по данным Машинотреста и Электротехнич. Треста Центрального Района.
а) Машины	3	500.000	1 500	
б) Здания	3	40.000	120	
2 Проводка тока выс. напряжения:				
а) Линия . . . . клм. . .	25	2000	50	
б) Трансформ станции . .	15	11900	179	
Итого по п. VI .			1.849	
VII. Тяга судов по каналу.				
1. Одноколейный путь (рельсы ж.-д., легкого типа на деревянных шпалах и балластном слое):				На шлюзованных участках тяга предположена электровозами, в раздельном бьефе — буксирная. Цены Электротреста Ц. Р., Управления Ростовского трамвая и Машинотреста.
Проводка тока: рабочие питательные провода (воздушная и подземная сеть) мачты, кронштейны и проч. . . . . клм . .	50	60.000	3.000	

Наименование работ и сооружений.	Количество	По цене руб.	Сумма в тыс. руб.	Примечания.
2. Электровозы трехосные с усилием тяги на крюке до 4.000 кгр. и скоростью 4 километра в час. . . . шт.	30	49000	1.470	
3. Вагонные сараи с ремонтным оборудованием для электровозов и мастерские. . . . . шт.	2	208000	416	Стоимость буксиров, по Пузыревскому с К=2,0
4. Буксирные пароходы для тяги на раздельном участке . . . . штук	10	14000	140	
Итого по п. VII .			6.286	
VIII. Разное.				По смете Пузыревск. (Сименс и Гальске) с поправочн. коэфф. Эл. Треста Центр. Р. Данные отд. службы связи СКОПС'а.
1. Освещение канала (шлюзов, гавани), дуговыми фонарями и лампами накаливания	—	—	84	
2. Телефоно - телеграфная связь . . . . клм.	110	600	66	
Служебные катера шт. . .	4	20000	80	
Итого по п. VIII .			230	
Всего по лит. А .			56.636	
Б. Сооружение на Дону.				
1. Гавань и зимовочный затон	—	—	1.000	По соображению (см. план вод. строительства, 1917 г.). Плотина имеет 13 пролетов; щиты 17,5× 11,70 метра.
2. Плотина со щитами сист. Стонея, напором 3,5 саж. отв. 213 метр.	—	—	2 271	Устои и быки бетон., колич. работ по эскиз. проекта 1925, стоимости по СКОПС'у, СКСтрою и Кавгидрострою.
3. Шлюз двукамерный со стенкой падения, бес сбережения воды—каменный незатопляемый, напор 3,5 саж	1	-	1710	
4, Гидро-электрическая силовая станция с минимальной обесспеченной мощностью 7470 НР. в течение 10 месяцев:				Данные Электробюро и Электротреста. Стоимость только здания станции и машин; гидротехнические сооружения учтены выше. Полный строительн. расход на 1 НР по гидр. станции равен 5587000 : 7470= 748 р., если считать всю плотину и обвалование.
а) Здание	—	45	336	
б) Турбо-генераторы . . .	—	170	1050	
5. Обвалование берегов реки Дона, засыпка старoречий, ериков и пр. с укреплением откосов.	—			Работа речными экскаваторами-землечерпательницами, или рефулерами.
Зем. раб. куб. саж.	480000	4,0	1.920	Стоимость по соображению с данными ДКУВВП с увеличением их на необходимость укрепления откосов.
Итого по лит. Б .	—	—	8.287	
С. Сооружение на Волге.				
Гавань и оборудование Сарепского затона.			1000	По соображению.
Итого по лит. С. .			1000	
Всего по смете .			65.923	

или кругло шестьдесят шесть миллионов червон. руб. (66.000.000 р.).

Принимая же во внимание организационные расходы и технический надзор в 6% и округляя, получим семьдесят миллионов черв. рублей (70.000.000 р.).

Количество главнейших работ и материалов (кругло).

1. Земляные работы	5.460.000	куб. саж.
2. Бутовая и бетонная кладка	65.000	„ „
3. Металлические части (сталь, железо, чугун)	600.000	пуд.
4. Гражданские сооружения, площадь	1.500	кв. саж.
5. Силовые установки, мощность	7.500	НР.
6. Электровозы	30	шт.
7. Пароходы и катера	14	„

Б. Эксплоатационные расходы по Волго-Донскому каналу.

Эксплоатационные расходы по принятому нами варианту Волго-Донского канала складываются вообще из: 1) содержания штата по управлению каналом, текущего ремонта сооружений и расходов по питанию канала, землечерпанию в устьевых частях канала и содержанию глубокой выемки (это—собственно-эксплоатационные расходы); 2) отчислений в фонд амортизации имущества и сооружений, затрачиваемых впоследствии на капитальный ремонт и новые сооружения и 3) отчислений на оплату %% по строительному капиталу.

Собственно-эксплоатационные расходы исчислены по литературным данным о содержании каналов, соображениям о действительных штатах и действительных расходах на питание канала и землечерпание. Амортизационный — намечен, исходя из сроков службы сооружений и руководствуясь данными, принимаемыми в последнее время для трестов, промышленных и проч. предприятий СССР.

Уплата %% на капитал нами опущена, так как вопрос о финансовой структуре предприятия в современных условиях чрезвычайно сложен. И хотя мы при сравнении вариантов вводим погашение и % на капитал, здесь мы этого не делаем.

а) Собственно-эксплоатационные расходы.

1. Общие эксплоатационные расходы по каналу без питания его и тяги могут быть исчислены согласно данных, приводимых De-Mas'ом в его книге Canaux*). По последним эти расходы для французских каналов колеблются от 0,16% до 0,41% от стоимости канала. Мы принимаем в среднем в 1,5 раза увеличенный для русских каналов высший % именно 0,6 стоимости по главам вышеприведенной сметы I—III, V,VIII, 35% от главы VI**) и стоимостей гавани на Дону и Волге. Это составит $\frac{0,6}{100}$ (23.239+20.200+2.697+625+0,35×1849+230+1000+1000)×1000=6×49638=297.828, или кругло 300.000 р.

2. Расходы на питание канала. Всего необходимо перекачивать 8,2×86400×220=155.000.000 куб. м. для питания канала и

---

*) De-Mas. Canaux. 1924.

**) Доля, приходящаяся на освещение канала, механизацию работы шлюзов, гаваней и мастерских (1.100 НР).

15.000.000 куб. м. для наполнения его весной, итого 170.000.000 куб. м. Высота перекачки=10,5 саж., или 22,3 м., потеря напора в трубопроводе длиною в 1.800 метр. при d=2,6, скорости v=1,5 м/сек. равна (по формуле Ланга) $S=\frac{0,0018}{\sqrt{vd}}$ на всю длину 1800 м. $=\frac{0,0018}{\sqrt{1,5\times2,6}}\times1000=$ $=1,62$ м.

Общий напор перекачки $H=22,3\times1,62=\sim24$ метр.

Мощность турбо-насосов $N=\frac{8,2\times1000\times24}{75\times0,75}=3500$ HP.

Расход угля на 1HP-час—1 кгр., при стоимости $\frac{20}{16}=1,25$ к. за 1 кгр.

Смазка—2% от расхода угля—$0,02\times1,25=0,025$ к.

В течение навигации и периода наполнения канала 220+20=240 дней=5760 час. будет необходимо 3500×5760=20.160.000 HP-час., на что будет израсходовано (уголь и смазка) $\frac{1,25+0,025}{1000}\times$ 20.160.000= 1,275×201.600=275050 р.

Содержание и ремонт машин—2,5% от их стоимости 672.000 р. =16.800 р.

Содержание и ремонт зданий и трубопровода 1% от их стоимости 838.000 р.=8.380 р. А всего 282.230 р., что на 1 куб. метр поданной воды дает $\frac{282.230}{170.000.000}\times100=0,166$ коп., кругло=0,17 коп.

3. Расходы на освещение, механизацию шлюзов-мастерских и проч. Исходя из мощности 1.100 киловат,, затрачиваемой на эти потребности в течение 220 дней навигации по 16 час. и 140 дней остальных по 8 часов, при загрузке 50%, получим расход энергии 0,5×1100×(220×16+140×8)=2.552.000 киловат-час. При стоимости 1 киловат.-часа в 2,5 коп., получим годовой расход $\frac{2.552.000\times2,5}{100}=63.800$ р.

4. Эксплоатационные расходы по сооружениям на Дону, кроме гидро-электрической станции, приняты в 2% от их стоимости, т. е. 0,02×(2271+1710+1920)×1000=118.020 р.

Всего по п. п. 1—4 эксплоатационных расходов в год 764.060 р. черв., а принимая во внимание содержание грубокой выемки, ремонтное землечерпание в Сарептском затоне (до 20.000 куб. саж.), содержание служебных катеров и проч. и округляя—900.000 руб.

б) Амортизация сооружений.

1. Укрепление откосов канала—1,5% от 754.000 р. . .	11.310 р.
2. Шлюзы на канале—1% от 20.200.000 р.	202.000 р.
3. Искусствен. сооружен. (п. п. 1—5 гл. III сметы) 1% от (425+190+440+72+103+342)×1000=1.572.000 р. . .	15.720 р.
4. Насосная станция и трубопровод—5% от 1.510.000	75.500 р.
5. Гражданские сооружения—1%	6.250 р.
6. Снабжение канала энергией—5% от суммы 1.849.000 ×0,35=647.150 руб.	32.360 р.
7. Освещение канала—5% от 84.000 р.	4.200 р.

8.	Телефон и телеграф—5% от 66.000 р.	3.300 р.
9.	Служебные катера—8% от 80.000 р.	6.400 р.
10.	Гавани на Дону и Волге—1% от 2.000.000 р. . . .	20.000 р.
11.	Шлюз и плотина на Дону—1% от 3.981.000 р. . .	39.810 р.
	Итого	416.850 р.
	или кругло . .	450.000 р.

Здесь не приняты расходы по тяге судов (гл. VIII и 65% расходов гл. VII), так как эти расходы учитываются отдельно при расчете фрахтов по Волго-Донскому пути. В сущности, эти расходы могли бы быть исключены и из сметы, по крайней мере буксирные пароходы, но они оставлены для сравнения с другими аналогичными проектами канала, где эти расходы в смету включались.

в) Дох од от Донской гидро-электрич. станции.

Наши расчеты не были бы полны, если бы мы не включили дохода, получаемого от продажи энергии гидро-электрической станции на Дону у выхода канала.

Последняя дает при напоре 3,50, саж.=7,47 м. и расходе 100 куб. м. в сек. мощность 7470 HP, или 6880 HP у борнов генератора, в течение 10—11 месяцев (320 дн.) в средний год.

Максимальный отпуск энергии возможен в количестве 6880×320×24=52.838.400 сило-часов, или 38.889.000 киловат-час., при загрузке же в 50%—19.445.000 киловат-часов.

Эксплоатационные расходы складываются из: 1) смазки и чистки—0,03 коп. (довоенн.) на силу-час, или 0,04 к. на киловат-час, в червонных 0,06 к., 2) содержания личного состава 0,02 к. на силу-час, или на 1 киловат-час черв. 0,03 к., а всего 0,09 к.

При полной загрузке станции это дает

расход $\frac{38.889.000\times0,09}{100}$= . . . . 35.000 руб.

При загрузке в 50% . . . . 17.500 „

Д а л е е:

3) ремонт и содержание здания станции*) 1%	3.360 „
4) амортизация 1%	3.360 „
5) ремонт и содержание электрич. и механич. оборудования 2,5% от 1.050.000 руб.	26.250 „
6) амортизация 6%	31.500 „
7) % на капитал 6% от 1.386.000**)	83.160 „
Итого по п.п. 3—7 . .	147.630 руб.

При полной загрузке суммарные расходы по п. п. 3—7 по станции равны 147.630+35.000=182.630 р., или на 1 киловат-час

$$\frac{18.263\,000}{38.889.000}=0,47 \text{ коп.}$$

---

*) В отношении плотины, эксплоатац. расходы подсчитаны выше.

**) Здесь %% на капитал вводятся в виду ясности финансово-коммерческой стороны станции.

При загрузке в 50% суммарные расходы равны 147.630+17.500=165.130 руб., или на 1 киловат.-час

$$\frac{16.513.000}{19.445.000}=0,85 \text{ коп.}$$

Устанавливая продажную стоимость 1 киловат-час в 2,5 к. черв., получим чистую прибыль в 2,5—0,85=1,65 к. и при полной загрузке до 2,5—0,47=2,03 коп.

Минимальный чистый доход от станции будет равен $\frac{19.445.000\times1,65}{100}$=320.840 р., или, округляя, 300.000 р.

г) Суммарные расходы по каналу.

Суммарные расходы по каналу ежегодно за вычетом чистого дохода от гидро-электрической станции равны: 900.000+450.000—300.000=1.050.000 р., или 1,5% стоимости постройки.

При минимальном грузообороте в 250 милл. пуд. накладные расходы, или средний судоходный сбор за проход по каналу, составит 0,42 к. на пуд провозимого по каналу груза. Доход от гидро-электрической станции уменьшает расход по провозу груза в 1 п. на величину $\frac{300.000\times1000}{250.000.000}$=0,12 коп. Следовательно, при отсутствии этого дохода накладные расходы на 1 пуд груза по каналу выразились бы величиной 0,42+0,12=0,54 к., или на 1 пудо-версту $\frac{0,54}{98}$=0,0055 к., помимо, конечно, фрахта.

При составлении детального проекта по данному варианту канала, цифры, вероятно, изменятся, но надо думать, эксплоатационные преимущества его будут все же значительными.

4-я Гостип. ДПБ „Красный Прогресс" Нахичевань н-Д., 1 Советская, № 55.
Лоноблит № 2286 Ростовдон. Заказ № 3219 Тираж 150 экз.

